Memoirs

LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
BIOL. LAB.

LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
HON. BIOL. LAB.

ND
c-7
TB-
P.154
P.18
P87-C

鹿児島大学

水産学部紀要

第 7 巻

MEMOIRS OF THE FACULTY OF FISHERIES KAGOSHIMA UNIVERSITY

Vol. 7

Published by
The Faculty of Fisheries, Kagoshima University
Kagoshima, Japan
February, 1959

鹿児島大学水産学部紀要　第7巻

目　次

1. 日本近海産トビウオ類生活史の研究-I……今井貞彦… 1

2. 魚群の移動と出現状況との関係……黒木敏郎… 87

3. 魚類生態に関与する水中音の基礎的研究（第Ⅲ報）
——無反響水槽壁に関する研究——……黒木敏郎… 102

4. ブリ落網の改良に関する研究（第6報）
ブリ底建網の模型実験……金森政治… 106

5. ブリ落網の改良に関する研究（第7報）
後流と抗力についての模型実験……金森政治… 113

6. 日食時の薄延縄の漁況変動について（英文）……田ノ上豊隆… 116

7. 日食が無線通信に及ぼす影響について……高橋健蔵… 124

8. 金環食が船舶装備の Magnetic compass, Loran 及び Rader に及ぼす影響……源河朝之… 128

9. 鹿児島県海岸温泉について……高橋淳雄… 133

10. 西部太平洋赤道域の海況（英文）……高橋淳雄… 141

11. 海洋観測中の綱索の形について（英文）……茶円正明… 148

12. マンゴリ，タリアブ両島沿海に於けるマグロ漁況について（第1報）……
……植田総一，玉利達夫… 154

13. 五島列島近海におけるカツオの漁場構成について……盛田友弐… 161

14. スプライスの滑脱について（第1報）
滑脱力と原索破断力との関係について……植田総一… 168

15. 紙模型による復原力交叉曲線作成法に就いて……奈良迫嘉一… 173

16. カツオ塩辛に関する研究—I
幽門垂中の Proteolytic enzyme について……大城善太郎，出口重遠… 181

17. 藻類の栄養代謝に関する研究—I
アサクサノリの生育に対するアミノ酸及びビタミン類の効果…金沢昭夫，柏田研一… 187

18. 魚類血液の生化学的研究—XIV
赤血球の平均恒数と形状について……斎藤　要… 192

19. 池田湖調査資料（I）…… 199

20. 鹿児島大学水産学部木造漁業練習船しろやま……しろやま建造委員会 206

LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
HON. BIOL. LAB.

第 7 巻　　鹿児島大学水産学部紀要　　昭和34年 3 月

日本近海産トビウオ類生活史の研究—I

今　井　貞　彦

Studies on the Life Histories of the Flying-Fishes found in the Adjacent Waters of Japan–I

Sadahiko IMAI

目　　次

緒　言
I. 日本近海産トビウオ類の分類
II. 日本近海産トビウオ類の生活史（未完）
サヨリトビウオ属
ツマリトビウオ属
イダテントビウオ属
ハマトビウオ属

PART I

CONTENTS

INTRODUCTION
I. CLASSIFICATION OF THE JAPANESE FLYING FISHES.
Historical notes.
List of the Japanese Flying Fishes.
II. LIFE HISTORIES OF THE JAPANESE FLYING FISHES.
Morphorogy, Life history, Characteristics of the adult and juvenile, Ecology, and Distribution.
1. *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (VALENCIENNES)
2. *Parexocoetus brachypterus brachypterus* (RICHARDSON)
3. *Parexocoetus mento mento* (VALENCIENNES)
4. *Exocoetus monocirrhus* (RICHARDSON)
5. *Exocoetus volitans* (LINNÉ)
6. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ)
7. *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKER)
8. *Cypselurus exsiliens* (LINNÉ)
9. *Cypselurus atrisignis* JENKINS
10. *Cypselurus spilopterus* (VALENCIENNES)
11. *Cypselurus heterurus döderleini* (STEINDACHNER)
12. *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE
13. *Cypselurus naresii* (GÜNTHER)
14. *Cypselurus starksi* ABE
15. *Cypselurus poecilopterus* (VALENCIENNES)

(To be continued)

この研究を実施するにあたつて文部省科学研究費の補助を得た.

緒 言

筆者は 1949 年以来，北西太平洋水域のトビウオ類生活史に関し，資料の採集と整理とにつとめているがなお解明し難い部分が多く，更に今後に俟つところが大きい．しかし最近わが国近海の水産資源調査が急速にその歩を進めるに至り有用魚類に関する基礎資料の整備はいつそう急を要することとなつたので，ここに従来の成果をとりまとめ報告することとした．

本文に入るに先立ちこの研究を開始する端緒を与えられ，終始指導を賜つた内田恵太郎教授，ならびに不断の援助と激励とを惜しまれなかつた山本清内教授に対し謹んで感謝の意を表する．又，貴重な文献と資料とを寄贈，貸与され，ゆきとどいた助言を与えられた阿部宗明技官，大島正満博士，松原喜代松教授，ならびに東京大学農学部水産動物学教室，九州大学農学部水産学教室，東京水産大学養殖学教室の教室員各位，南海区ならびに東北海区水産研究所，鹿児島県水産試験場，熊本県水産試験場の所員諸氏にも篤く御礼を申上ると共に，標本の採集などにあたつてお世話になつた宮崎県遠洋漁業指導所及び枕崎市，西之表市，開聞町などの現地の漁業協同組合の方々にも深い謝意を述べたい．

なおこの研究の基礎となつた多数の標本の大部分は本水産学部の練習船かごしま丸，敬天丸及び隼人丸によつて採集されたものである．ここに各船の船長，植田総一氏，源河朝之氏，高橋琴一氏ならびに船員諸氏に対し衷心より敬意をささげる．

I. 日本産トビウオ類の分類

CLASSIFICATION OF THE JAPANESE FLYING FISHES.

トビウオ類とはダツ目 Belonida 中のトビウオ亜目 Exocoetina のうちからサヨリ類を除いたものを指すのが普通で，サヨリトビウオ科 Oxyporhamphidae とトビウオ科 Exocoetidae とがこれに属する．

日本産のトビウオ類に関してはもつとも古くは TEMMINCK and SCHLEGEL (1842—1850) が Fauna Japonica の中に *Exocoetus agoo* をかかげており，これについで STEINDACHNER and DÖDERLEIN (1887) は *Exocoetus Döderleini* を記載した．その後 JORDAN and STARKS (1903) は日本産のトビウオ類として次の 5 種をあげている．

Exocoetus evolans
Cypsilurus agoo
Cypsilurus poecilopterus
Cypsilurus hirundo
Cypsilurus brachycephalus

その後更に FRANZ (1910) により *Exocoetus lineatus japonicus* が追加された．岡田・松原 (1938) の日本産魚類検索には上記の各種の外

Parexocoetus brachypterus
Cypsilurus solandri
Cypsilurus spilopterus

の 3 種を加えて合計 9 種が本邦産のものとしてあげられている．

わが国近海のトビウオ類を分類同定するにはひろく太平洋北西部，インド洋東部のトビウオ類 fauna を明かにする必要があるが，これについては古くは VALENCIENNES, BLEEKER, JORDAN とその一門の諸学者，WEBER, MCCULLOCH, FOWLER, 近くは SCHULTZ らなどの多数の文献がある．最近阿部宗明氏（1953—1956）はこれらの研究を綜合してわが国近海のトビウオ類を更検討し，その成果は次を追つて発表されつつある．

日本産のトビウオ類卵及び稚仔については中村（1935, *Hirundichthys oxycephalus*?），上野・中原（1955, *Cypselurus starksi*）などの業績があり，阿部氏もそのトビウオ類の分類学的報告の中に幼期の記載を併せかかげており，筆者も又，*Prognichthys*, *Hirundichthys* などの諸種の幼期について報告した．

その他ひろく各地に産するトビウオ類の初期生活史に関しては FAGE（1910, *Cypselurus heterurus* 卵），NAYUDU（1923, *C. coromandalensis* 卵），DELSMAN（1924, *Oxyporhamphus micropterus* 卵），D' ANCONA（1929, 1931, *Exocoetus volitans*, *C. heterurus*, *Danichthys rondeleti*, 卵及び幼期），ROULE and ANGEL（1930, *E. Volitans* 幼期），HILDEBRAND and CABLE（1930, *Parexocoetus brachypterus*, *C. furcatus* 幼期），BARNHART（1932, *Cypselurus sp.* 卵及び幼期），GUDGER（1937, *Hirundichthys affine* 卵），HUBBS and KAMPA（1946, *C. pinnatibarbatus* 卵及び幼期），MILLER（1952, *C. sp.* 幼期），MUNRO（1954, *H. speculiger* 卵及び幼期）の諸報告がある．

しかしトビウオ類全体を通じてもつともすぐれた業績をあげたのは BRUUN 及び BREDER である．この報告に詳述しているようにトビウオ類の幼期はその成魚と形態的にはなはだ異つていることが多く，未成魚といえども往々にして成魚と著しく異る色相を備えるものがある．従つて同一種がその幼期と成魚と別々に命名されている例が少くない．BRUUN はその著 Flying fishes (Exocoetidae) of the Atlantic, Dana-report 6 (1935) において，当時までの諸報告及び自ら得た多数の資料にもとずき，大西洋のトビウオ類において 60 を越えていた synonym を整理して 17 種をかかげた．続いて BREDER はそのうちの 11 種に関して生活史の大部分，若しくは一部についてその A contribution to the life histories of Atlantic Ocean flyingfishes (1938) のうちに詳細にわたつて報告した．

これらによつてトビウオ類の幼期形態の著しい特徴が明かになり，これとトビウオ類の系統との関連が論ぜられるに至つた．その経過については後章に述べることとする．

トビウオ類においても人工受精，人工孵化により，卵内発生，初期の形態変化などが明かにされているが，筆者も本邦産の若干の種に関して実験をこころみ，特にハマトビウオ，トビウオ，ホソトビなどでは稚魚期初期まで飼育することができたので，幼期の生態に関しても少からぬ資料を得ることができた．

筆者は 1950 年以来主として日本近海産トビウオ類の生活史について調査研究を進めて来た．始めもつとも困難を感じた種の決定の問題も上記の阿部氏の御援助によりようやく解決し得るに至つたので，ここに現在までに得られた結果について報告するものである．

この報告の基礎をなす資料の大部分は九州沿岸，南西諸島沿岸，東シナ海の中部及び南部において採集され，一部は更に南方北緯 20° に至る Bashi 海峡，Luzon 島東北方の水域において，又一部は北緯 38～42.5', 東経 147～154° の三陸沖で採集された．そのうち幼期標本が採集されたのみで種名を決定し難いものを除き 21 種のトビウオ類を数えることができる．

なお阿部(1956)は伊豆諸島近海より別に3種を報告しており，計24種を以て日本近海産トビウオ類の根幹をなすものと考えることができるが，西太平洋熱帯水域のトビウオ類魚相からみて更に多少の種類がこれに加わる可能性があろう．

現在あきらかにされている上記の各種は次に示す通りである(*は上記の阿部氏の報告によるものでこの報告には記載されていない)．

Family Oxyporhamphidae

1. *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (VALENCIENNES)

Family Exocoetidae

2. *Parexocoetus brachypterus brachypterus* (RICHARDSON)
3. *Parexocoetus mento mento* (VALENCIENNES)
4. *Exocoetus monocirrhus* (RICHARDSON)
5. *Exocoetus volitans* LINNÉ
6. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ)
7. *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKER)
8. *Cypselurus exsiliens* (LINNE)
9. **Cypselurus katoptron* (BLEEKER)
10. *Cypselurus atrisignis* JENKINS
11. *Cypselurus spilopterus* (VALENCIENNES)
12. *Cypselurus heterurus döderleini* (STEINDACHNER)
13. *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE
14. *Cypselurus naresii* (GÜNTHER)
15. *Cypselurus starksi* ABE
16. *Cypselurus poecilopterus* (VALENCIENNES)
17. **Cypselurus antoncichi* WOOD et SCHULTZ
18. *Prognichthys agoo* (TEMMNCK et SCHLEGELI)
19. *Prognichthys zaca* (SEALE)
20. *Prognichthys sealei* ABE
21. *Danichthys rondeleti* (VALENCIENNES)
22. **Danichthys albimaculatus* (FOWLER)
23. *Hirundichthys speculiger* (VALENCIENNES)
24. *Hirundichthys oxycephalus* (BLEEKER)

II. 日本産トビウオ類の生活史

LIFE HISTORIES OF THE JAPANESE FLYING FISHES

上記の日本近海産のトビウオ類に関し成魚の形態，生活史，生態，類縁及び特徴などについて種を追つて述べることとする．

ここにあげるトビウオ類のうちにはわずかに一，二の成魚が得られたに留るものもあり，生活史の資料についても天然に採集された数個体の標本のみによつたものもあれば，人工受精を行つて卵内発生を観察し，更に稚仔の飼育を行つて幼期の発育のあとをたどり，天然に得られた各期の標本と相俟つてほとんど生活史の全貌を明かにし得たものもある．従つてその記載に著しい精粗の差がみられるのは現状では止むを得ないところである．

標本の測定にあたつては BRUUN (1935) の方法にならつた．すなわち各鰭の位置を示すにはその起点と吻の前端との距離の実長を測り，対鰭の長さはその基底前端より最長鰭条

先端までの長さを以て示した．又，吻長は水平長ではなく吻の前縁中央と眼の前縁との最短距離を測り，眼間径は両眼窩骨の上縁の間隔を眼の中心を結ぶ線上で測つた．これらの測定値は成長に伴う変化を比較するのに便利のように標準体長に対する百分比を以て表示してある．

鰭条及び鱗列の計測は一般的な方法に従つた．トビウオ類の胸鰭の最初の鰭条は幼期にはその次の鰭条に密着しておりやや明かにみとめられるが，成魚では痕跡的で皮下に埋没している．この報告では特に示した場合の外はこの痕跡的鰭条を次の鰭条と合せて一個として数えた．又，側線と背鰭起点及び臀鰭起点との間の鱗列数には側線鱗及び背面ならびに腹面正中線の鱗は含まれていない．

又，脊椎骨数の計測は一部のものは解剖して実測したが，多くの場合には X-ray 写真によつて数えたものである．

1. *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Valenciennes)

サヨリトビウオ

Plates 1, 5; Tables 1, 2.

体長 130～160 mm, 全長 170～180 mm に達するものを普通とする．その脊椎骨数は 49 又は 50 (31+18, 32+17, 32+18, 3 個体測定).

成魚の形態 (Pl. 5; fig. A)：台湾東部及び南部近海で採集された体長 131～149 mm の♂3 個体及び 150～154 mm の♀3 個体における鰭条などの数及び各部位の測定値は次のようである．背鰭条数 13 又 14, 臀鰭条数 13～15, 胸鰭条数 (前端の 1 個の萎縮鰭条を含め) 13 又は 14, 背鰭前方の正中線上の鱗数 30～34, 背鰭起点と側線との間の鱗列数 5 又は 6, 鰓耙数 7～9+23～25.

体長に対する百分比：体高 17.0～18.3, 体幅 11.7～13.7, 頭長 22.6～24.3；吻長 6.1～6.9, 眼径 6.5～7.3, 眼後部長 10.4～11.3, 眼間径 6.5～7.3；吻端より腹鰭基底までの距離 61.4～63.0, 背鰭起点までの距離 74.6～76.8, 臀鰭起点までの距離 75.6～78.6；胸鰭長 31.0～35.0, 腹鰭長 11.2～12.0；最長背鰭条長 10.7～11.7, 最長臀鰭条長 8.4～10.1, 背鰭基底長 16.0～17.0, 臀鰭基底長 13.8～15.8, 尾柄高 6.2～6.7, 尾鰭上葉長 17.0～18.1, 下葉長 25.0～27.7.

Table 1. *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Valenciennes)
Measurements and Counts

Serial number	KCF 4399	KCF 4392	KCF 4394	KCF 4395	KCF 4396	KCF 4397
Locality &	Bashi-strait	〃	〃	〃	〃	〃
Date collected	1953-4-	〃	〃	〃	〃	〃
Sex	♂	♂	♂	♀	♀	♀
Body length in mm	131	141	149	150	150	154
Total length in mm	171	176	187	187	189	191
in per cent of body length:						
Depth of body	17.4	17.0	17.5	18.3	17.3	17.5
Breadth of body	13.1	13.1	11.7	13.3	12.7	13.0
Head length	24.3	23.4	22.8	23.7	22.6	22.7
Snout length	6.7	6.7	6.7	6.7	6.1	6.9
Diameter of eye	6.9	6.6	6.7	7.3	6.7	6.5
Postorbital length	11.2	11.1	11.1	11.3	11.0	10.4
Interorbital width	7.3	6.7	6.7	7.3	6.7	6.5

Distance from snout to:						
Ventral	63.0	62.4	62.5	63.0	61.4	62.3
Dorsal	76.8	74.5	75.2	74.0	74.6	76.4
Anal	78.6	77.5	77.7	77.3	75.6	77.4
Pectoral length	34.0	35.4	31.0	35.0	31.7	34.4
Ventral length	12.0	—	11.2	12.0	11.7	11.7
Length of the longest dorsal ray	11.6	10.7	—	—	11.1	11.7
Length of the longest anal ray	9.4	9.2	10.1	—	9.3	8.4
Length of dorsal base	16.1	16.0	16.2	17.0	16.3	16.9
Length of anal base	14.5	13.8	14.1	14.7	15.7	15.8
Depth of caudal peduncle	6.5	6.5	6.7	6.6	6.3	6.5
Length of caudal:						
Upper lobe	17.0	18.1	17.2	17.0	17.3	17.5
Lower lobe	25.2	26.2	25.6	25.0	27.7	25.6
Number of:						
Dorsal rays	iii,11	iii,10	iii,11	iii,11	ii.11	iii,11
Anal rays	ii,13	i,12	ii,12	ii,12	iii.11	i,14
Pectoral rays (i+n)	i,11	i,11	i,12	i,12	i,11	i,12
Predorsal scales						
Scale rows above lateral line						
Gill rakers	7+23	8+25	—	7+23	9+23	—
Vertebrae	32+17	—	—	—	31+18	—

各標本の個体別測定値を Table 1 にかかげる.

体形は多くのトビウオ類とほぼ同様であるが，体高はやや低く比較的側扁している．腹鰭より前方では側線に沿いかなりかど張つていて腹面はひらたい．吻端は一般のトビウオ類よりやや細く丸みをおびてをり，下顎端はにぶく尖つていて上顎端よりも前方に突出する．下顎縫合部より腹面正中線に沿い両側の鰓条膜が相重なる点に至る低い一隆起線が走る．胸鰭はトビウオ類としては短く，先端は体の中央よりやや後方に達するが腹鰭基底より前方に終る．第1鰭条（前端の萎縮鰭条を除き，以下同様）は分岐しないが第2鰭条以下は分岐する．腹鰭はいわゆる翼状の発達はしておらず最後の第6鰭条が最長で先端は肛門に達し，第2鰭条がこれに次ぎ，鰭の外縁は直線又はやや凹入形を示す．背鰭は第1～3鰭条のみ分岐せず第4,5鰭条がもつとも長い．臀鰭はその第1,2鰭条のみ分岐せず，その起点は背鰭の第2又は3鰭条の下方にある．上下両顎には小円錐歯がほぼ2列をなす．口蓋骨には歯がない．

色相：多くのトビウオ類とほぼ同様であるが，胸鰭基底より後方に走るほぼ一鱗列の幅を持つ暗色縦走帯が顕著でトウゴロウイワシ類 *Atherina*, etc. に近い印象を与える．胸鰭は下方3～4鰭条間を除いては暗色をおび，腹鰭はその前部にのみ多少黒色胞をおびる．背鰭は一様に暗色，臀鰭には色胞がみとめられない．尾鰭は両葉ともに暗色をおびる．

生活史 卵（Pl. 1, fig. A）：本種の卵と推定されるものはトカラ列島近海（28°53′N, 130°16′E：9/7, 1956），奄美群島近海（28°46′N, 127°12′E：7/7, 1956），台湾東方及び東南方近海（23°14′N, 125°17.5′E：11/6, 1953；20°02′N, 123°16′E：1/5, 1953）などで採集された．卵径1.8～2.1mm，卵膜上には長さ 0.08～0.12mm 内外の小棘が半球面上に 37～60 個ほぼ一様に分散して生じている（6個測定）．本種の卵は明らかに浮性卵である．

本種の幼期の標本は九州南部沿岸，薩南諸島より琉球列島に到る諸島の近海，20 N 以北の台湾東方近海及びシナ東海などで，その体長 3.9～86.0mm（全長 4.7～106mm）の 57 個体が採集された．これらの標本によれば本種の幼期の発育はおおむね次の通りである．

仔魚期（Pl. 5）：採集し得た最小の個体は体長 3.9mm（全長 4.7mm），すでに卵黄は吸収しつくされている．体は細く且著しく側扁し，眼は大きく吻は短い．背鰭の前方，肛門の前方，背鰭，臀鰭と尾鰭の間などには膜鰭がよく発達しこれらの鰭を連ねている．背鰭，臀鰭ともに定数の鰭条原基を有し，尾鰭には鰭条が比較的よく発達しているが後縁は丸い．胸鰭はウチワ状で 2～3 個の鰭条原基がみとめられるのみ，腹鰭は未だ生じてない．黒色胞は頭部では後頭部背面をおおうほか吻上，下顎の先端及び側面などに散在し，体の背側では後頭部より正中線をはさみ更に背鰭基底の両側を経て尾柄に至る左右各々一縦列が顕著で、腹側では腹腔壁上に散在するのがみとめられるほか，臀鰭基底に沿い一縦列が走る．尾柄中央にも 2～3 個がみとめられる．体長 8.6mm（全長 10.0mm），頭部の形はととのい吻は側面よりみれば先端はとがる（背方からみればかなり幅が広く先端はほぼ截形）．下顎縫合部には斜下方に向い鋭くとがる小突起を生ずる．胸鰭は上部がやや長くなり 8～9 個の鰭条がみとめられる．体の前端より体長のほぼ 3/5 の位置に腹鰭の原基が現れる．この原基の占める位置は成魚における腹鰭の位置とほとんど同様で，以後各期を通じて変化しない．尾鰭の下葉が大きくなり始め後縁は一斜線をなす．黒色胞は頭部では鰓蓋をおおう一群を生じ，体では背鰭の下に新に 1～2 縦列が加わる．体側中央にも疎にならぶ一縦列が現れる．鰭上には未だ色胞をみとめ得ない．体長 12.2mm“嘴状部を含まず”（全長 15.0mm，嘴状部を含む，以下同様），下顎縫合部の小突起は延びて嘴状となり，サヨリ類に似た形態が明かになる．嘴状部の長さは眼径の約 3/4，その基部下面の腹中線上には竜骨状隆起がみとめられるが両側縁の膜状器官は未だ生じていない（これらについては後に述べる）．胸鰭は 10 鰭条が明かになりその長さは頭長（嘴状部を除く，以下同様）の 1/2 に達する．腹鰭も発達し定数の鰭条を生ずる．尾鰭後縁はやや叉入する．黒色胞は頭部では新に生じた嘴状部上に散在し，体背面では正中線両側の縦列の内側及び外側に増加し始める．尾部側面では体側中央より上方を尾柄上の色胞群より前方にのび背鰭起点下方に達する一縦列が顕著となり，その周囲にも広がる．腹鰭基底前部にも 2～3 個が現れる．その他の部分では大きな変化はみられない．

稚魚期（Pl. 5）：体長 20～25mm（全長 29～35mm），胸鰭は定数の 12～13 鰭条を備える．下顎嘴状部は長くなり体長の 1/6～1/5 に達し，腹面正中線上の竜骨状隆起線は高まつて膜質となり，更に両側縁に沿い幅の狭い膜状器官を生ずる．胸鰭は上方の鰭条ほど長くなり最長の第 2 鰭条は頭長の 3/5 内外を測る．腹鰭の外縁はほぼ一直線をなし先端はその基底と肛門との中間中央に達する．臀鰭は背鰭の第 2 鰭条下に始りこれよりわずかに高い．背鰭は第 2 鰭条が最長で最後部の 2～3 鰭条がこれに次ぎ，上縁は鞍状を呈する．尾鰭下葉は著しく延び後縁は深く叉入する．体側の上半，背面などでは鱗の形成がみとめられる．

黒色胞は頭部では吻端より後頭部，嘴状部などをおおい，下顎側面より眼下に延び，鰓蓋上にも散在する．体表の黒色胞は背側では各側にほぼ 6～7 縦列をなし，背鰭と臀鰭の間より尾柄にかけて広く散在し，特に背鰭基底後半の下方では拡張して濃色を呈する．腹鰭基底の前方にも一小群がみとめられる．腹中線上にも一列があり肛門前方で左右に分れ臀鰭基底の両側に沿つて走る．体側中央の黒色胞列は深く皮下に埋没して不明瞭となる．背鰭及び臀鰭ではその前端のほぼ中央より後方に幅の広い（鰭条長の約 1/3）暗色縦帯が走り各鰭の後端に達する．尾鰭下葉にもひろく黒色胞が散在するが胸鰭および腹鰭にはみとめられない．体長 29.5mm（全長 42.0mm），嘴状部の長さは体長の 1/5 に達しその比

長は各期を通じ最大となる．側線前部に沿い体がややかどばり腹面は平になる．体側は全く鱗でおおわれる．背鰭は臀鰭よりも高くなり，特にその後部の鰭条は著しく延び後方に倒せば先端は尾鰭の前部に達するに至る．

黒色胞は背面より体側にひろがり，前部では体の上半を，肛門より後方では体側の大半をおおう．背鰭及び臀鰭の暗色縦帯は前部ではやや乱れて不明瞭となるが，後部では鰭の縁辺までひろがり濃黒色を呈する．背鰭では特に著しい．体長 46～50 mm（全長 62～64 mm），嘴状部の比長やや短くなり体長の 1/6～1/7 を測る．体幅もかなり厚くなり嘴状部を有するほかは外観が成魚に近くなる．胸鰭は体長の 1/5 を超えその基底と腹鰭基底との中間中央に達する．背鰭後部の鰭条は多少短くなり倒してもその先端は尾鰭に達しない．嘴状部は黒く頭部背面及び側面は暗色，体側中央には胸鰭基底後方より尾柄に達する暗色縦帯が現れ，背面よりこの縦帯にかけては暗色をおび，腹鰭より後方ではこの縦帯の下方にも黒色胞がひろくひろがる．背鰭上の暗色縦帯は個体により中断し，前部で独立した暗色斑をなす場合もある．その他の色相には大きな変化がない．体長 61.5 mm（全長 82 mm），嘴状部の長さは体長の約 1/7，頭長の約 3/5，腹中線上の膜質隆起ならびに両側縁の膜状器官は共によく発達している．胸鰭長は頭長を超え，その基部より上半部にかけて後縁に至るまで黒色胞が散在し暗色をおびる．腹鰭の後部にも黒色胞が現れる．その他の点では大きな変化はみとめられない．体長 86.0 mm（全長 106 mm），嘴状部は急に短くなり頭長の 1/7 に過ぎず先端はやや丸みをおびる．しかし両側縁の薄膜はわずかに残在している．胸鰭長は頭長の 1.2 倍に達するが未だ成魚よりはかなり短い．成魚と同じく下部 3～4 鰭条間を除いては暗色を呈する．腹鰭も後部外縁にやや濃厚に黒色胞をおびる（ほぼ同じ大きさの個体でこの部分の色胞が明かでないものもある）．背鰭の下半部はひろくやや暗色をおび，臀鰭の暗色部は輪廓が不明瞭，且色調がやや淡くなる．これらの幼期標本の個体別測定値を Table 2 にかかげる．

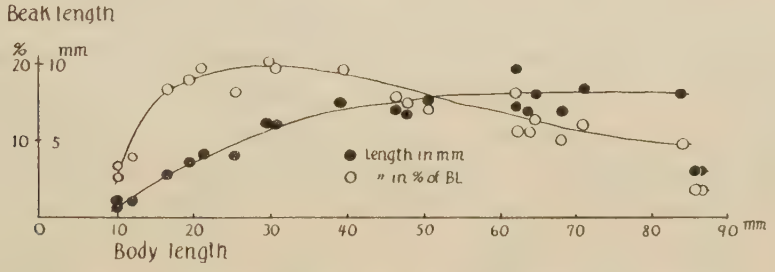
Table 2. *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (VALENCIENNES)
Juvenile
Measurements and Counts

Locality & Date collected	N30-30 E130-25 54-8-25	N31-39 E130-25 54-9-2	N30-54 E139-28 54-9-2	Yaku-shima 53-9-7	〃 52-6-9	〃 52-6-9	〃 49-7-28
Stage	post-1	〃	〃	young	〃	〃	〃
Body length in mm	3.9	8.6	12.2	25.4	47.0	68.3	86.0
Total length in mm	4.7	10.0	15.0	35.0	63.0	89.0	106.0
in per cent of body length:							
Depth of body	13.9	10.8	10.5	11.0	14.0	15.4	16.9
Breadth of body	—	6.7	6.8	7.2	8.9	9.7	11.6
Head length	32.6	24.2	22.2	23.0	23.4	22.2	23.3
Snout length	—	3.8	4.2	5.0	6.4	5.2	7.1
Diameter of eye	10.4	8.6	8.2	6.8	6.4	7.4	7.0
Postorbital length	—	12.6	11.2	10.5	10.2	10.7	10.7
Interorbital width	—	3.2	3.2	3.9	5.5	7.1	7.1
Length of beak	—	1.3	6.3	16.2	14.9	10.3	3.5
Distance from snout to:							
Ventral	—	60.0	59.5	61.3	61.8	60.2	60.5
Dorsal	74.3	72.0	70.8	71.7	72 5	73.5	72.2
Anal	76.0	71.5	71.5	75.5	75.0	73.5	75.5
Length of pectoral	8.7	9.9	12.2	14.6	20.6	26.4	29.1
Length of ventral	—	—	7.3	8.1	—	11.7	4.6
Length of the longest dorsal ray	—	8.1	7.4	8.9	10 6	10.7	11.6
Length of the longest anal ray	—	7.9	8.8	8.8	8.5	8.1	8.1
Length of dorsal base	—	20.9	21.0	19.2	17.5	17.2	17.2
Length of anal base	—	18.2	19.8	18.5	17.5	16.3	16.3
Depth of caudal peduncle	—	4.6	4.6	4.1	5.8	6.3	6.4

Length of caudal:							
Upper lobe	—	12.1	10.2	9.7	13.2	13.4	15.1
Lower lobe	20.4	15.2	18.0	23.0	24.5	23.3	18.6+
Number of:							
Dorsal rays	12	14	14	14	14	14	14
Anal rays	13	13	13	14	14	15	15
Pectoral rays (i+n)	3	9	10	13	12	12	12

本種の幼期のもつとも著しい特色はサヨリ類 *Hemirhamphus*, etc. のように下顎が嘴状に突出し，つづいて発育とともにそれが消失することである．嘴状部は歯骨の縫合部より前方に延びた一対の細長い骨で支えられ，その下面には柔軟な肉質部が発達しており，左右の両側縁はほとんどその全長にわたり薄膜でふちどられている．下面の柔軟な組織は嘴状部基部でややふくらんで楕円形をなしており，この膨出部より嘴状部の先端に至る腹面正中線に沿い竜骨状の一隆起線が走り，やや成長した個体では竜骨状の低い膜質隆起をなしている．

この嘴状部は体長 8.6 mm の稚仔では微小な突起に過ぎないが，体長 12.2 mm の個体ではすでによく発達し腹中線上には隆起線がみとめられ，16.5 mm のものでは側縁の薄膜も生じている．その後の発達と体長との関係は Textfig. 1 に示す通りで，体長 40～50 mm ま



Textfigure 1. Tansition in the beak legth of juvenile *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (VALENCIENNES)

では速かに長くなり多くのものでは長さ 7 ～ 8 mm，特に長いものでは 10 mm に達するがその後はほとんど伸長しない．又，体長に対する比は体長 30～40 mm において最大でその約 1/5 に達する．体長 85 mm を超えた個体では嘴状部の先端は脱落するものの如く急に長さを減じ，ときには剝離した皮膚片のみをとどめている場合もある．この時にあたつても両側縁の薄膜は脱落した残の部分には残存しており，基部腹面の楕円形膨出部も明かにみとめられる．著者の検した一標本ではこの膨出部はその中央隆起線において左右に裂け，一対の厚い膜様突起をなしているのがみられた．ABE(1956) によれば成魚に於てもこの膨出部の残存をみとめる個体があるという．背鰭及び臀鰭は始めは両者共前部が高くほぼ同様の形状を示すが，体長 15 mm 内外より背鰭の後部鰭条が長くなり，30～40 mm ではその背縁は鞍状を呈し同時に著く黒色をおび，オキザヨリ類 *Tylosurus* に近い形状となる．その後後部鰭条が短くなるとともに中央部鰭条が長さを増し，成魚では第 4 ～ 5 鰭条が最長となり背縁は低い凸出した弧を画き，むしろツマリトビウオ類 *Parexocoetus* に近い形状を呈する．腹鰭は多くのトビウオ類では孵化前にすでに出現しており，仔魚期の始めには胸鰭よりよく発達している場合が多いが，本種では体長 8.6 mm で始めて現れる．又，その位置は発育の各期を通じてほとんど変化がない．黒色胞はその出現の始めには体の背側正

中線両側に各一列，腹中線に沿い肛門前方で両分して臀鰭基底に沿う一列（後方では 2 列），及び体側中央に沿う一列（やや不鮮明）が発達するが，後には体の背方はひろく暗色をおび体側中央には幅の広い黒色縦帯が出現する．上記のような腹鰭の出現と体色の変化の状態はトビウオ類よりもサヨリ類の幼期にみられるところときわめてよく似ている．

類縁；BRUUN (1935) は本種を東南アジア熱帯水域のものと大西洋産のものとの 2 亜種にわけ後者を *O. micropterus similis* と名付けた．その後 BREDER (1938) が始めて前者に対して *O. micropterus micropterus* なる名称を用いている．この両亜種の差異は *O. m. similis* の方が背鰭臀鰭ともに鰭条数が 1,2 個多く (D. 13～15, A. 14～16) その基底がやや長いこと，胸鰭がわずかに色胞をおびるに過ぎないことなどがあげられる．又，幼期の差異については BRUUN (1935), BREDER (1938) も言及しているが *O. m. similis* では体長 41 mm のもので嘴状部はその 27 per cent に達して最長となり，その後体長 50mm に達するまでに急に短くなり，50 mm 以上のものではその 3 per cent 或はそれ以下に過ぎないのに対し，*O. m. micropterus* では体長 60～73 *mm* において 10～15 per cent に達するものがあることが知られている．一方 BREDER (1928, 1938) によれば大平洋東部の標本では体長 17mm 内外で嘴状部がもつとも長くなるものと推定されるという．サヨリトビウオでは図示したように体長 20～40mm でその嘴状部はもつとも長く（比長），体長 60～80mm でもその 10～15 per cent をはかり，BRUUN, BREDER らの *O. m. micropterus* の資料とよく一致している．又，その卵については DELSMAN (1924) が東インド諸島水域から報告しているが，本邦近海のサヨリトビウオの卵と推定されるものもこれとほぼ同様の特徴を備える．尚本属には従来 *Evolantia* SNODGRASS et HELLER なる属名が用いられていた．大平洋西部，東インド水域における本種については多くの記録がある．これらに関しては ABE (1956) を参照されたい．

生態：成魚はわが邦近海からは採集されていないが西大平洋熱帯及び亜熱帯水域ではもつとも普通のトビウオ類のひとつである．卵及び稚仔の出現の状況からみて，九州南西近海でも晩春から初秋に来游するものと推定される．南方水域では沖合で集魚灯，或は船上の灯火に誘集されたものが採集される場合が多い．九州南西近海，シナ東海などにおける稚仔の出現は 6 ～ 9 月にみられ 7 ～ 8 月にもつとも多い．標準的な暖流表層稚仔のひとつで生時には著しい銀白色の金属光沢を有し，ハゴロモトビウオ *Exocoetus monocirrhus*, イダテントビウオ *E. volitans* などと共にみられ，この海域のトビウオ類稚仔としては量的にも優勢を示す．しかし沿岸では稀で流れ藻に集る習性は持たないようである．シイラ，カツオなどの胃内からみい出された例も少くない．

分布：ひろく西大平洋及びインド洋の熱帯水域及び暖流域に分布するものと思われる．

2. *Parexocetus brachypterus brachyqterus* (RICHARDSON) ABE

ツマリトビウオ

Plates 1, 6; Tables 3, 4

カワリトビウオ：岡田弥一郎氏（日本脊椎動物目録，1938）による．

ニジトビ：田中茂穂，阿部宗明両氏（有用魚類千種 1955）による．
イワシトビ：伊豆七島の一部（阿部氏による）

成魚の形態（Pl. 6, fig. A）：体長 100～130mm，全長 125～160mm のものを普通とする．脊椎骨数は屋久島産のもの 4 個体にをいて 40 又は 41（24＋16，25＋16）．屋久島産の標本 12 個体（♂4＋♀8）における鰭条などの数及び各部分の測定値は次の通りである．

背鰭条数 12 又は 13，臀鰭条数 13 又は 14，胸鰭条数 13 又は 14（前端の微小の萎縮鰭条を含む），背鰭前方の正中線上の鱗数 20～24，背鰭起点と側線との間の鱗列数 6，鰓耙数（8 個体において）6～8＋17～19．

体長に対する百分比：体高 18.0～20.0，体幅 10.6～13.3，頭長 21.2～23.4；吻長 5.6～6.4，眼径 7.3～8.8，眼間径 7.5～8.4，眼後部長 9.3～10.1；吻端より腹鰭起点までの距離 51.2～53.2，背鰭起点までの距離 69.0～71.0，臀鰭起点までの距離 70.0～72.6；胸鰭長 50.5～53.5，腹鰭長 18.6～20.4，最長背鰭条長 25.4～29.2，最長臀鰭条長 9.6～11.4；背鰭基底長 19.0～20.6，臀鰭基底長 18.5～21.2；尾柄高 5.8～6.4，尾鰭上葉長 15.5～16.5，下葉長 23.3～24.1．これらのうち 6 個体の個体別測定値を Table 3 にかかげる．

Table 3. *Parexocoetus brachypterus brachypterus* (RICHARDSON)
Measurements and Counts

Serial number	KCF 2152	KCF 2149	KCF 2161	KCF 2164	KCF 2174	KCF 2449
Locality &	Yaku-shima	〃	〃	〃	〃	〃
Date collected	1950–9–10	〃	〃	〃	〃	1952–10–12
Sex	♂	♂	♀	♀	♀	♀
Body length in mm	100	107	110	113	129	120
Total length in mm	123	124+	128+	135	152	146
in per cent of body length:						
Depth of body	20.0	18.7	19.1	19.5	18.6	19.4
Breadth of body	12.5	11.2	10.9	10.6	12.4	12.5
Head length	23.0	21.4	21.8	22.2	21.7	21.6
Snout length	6.0	5.6	5.9	6.4	5.8	6.0
Diameter of eye	8.0	7.5	7.3	8.8	7.8	7.5
Postorbital length	10.0	9.8	9.6	9.7	9.3	9.3
Interorbital width	8.4	7.5	7.7	8.0	7.8	7.5
Distance from snout to:						
Ventral	52.0	51.5	54.5	53.2	52.7	51.2
Dorsal	71.0	70.0	64.1	69.0	70.5	69.3
Anal	70.0	70.0	71.8	71.6	71.4	70.8
Pectoral length	50.0	50.5	52.7	52.2	51.0	52.5
Ventral length	18.5	19.6	20.0	21.2	17.8	20.4
Length of the longest dorsal ray	29.0	—	29.1	29.2	27.2	27.2
Length of the longest anal ray	10.5	11.4	10.5	9.7	8.5	10.4
Length of dorsal base	20.0	20.6	20.0	20.4	19.4	20.4
Length of anal base	19.2	19.6	20.9	21.2	18.8	19.4
Depth of caudal peduncle	6.0	6.5	6.8	6.6	6.2	5.8
Length of caudal:						
Upper lobe	16.2	—	—	—	15.5	16.5
Lower lobe	23.8	—	—	—	24.1	23.3
Number of:						
Dorsal rays	12	12	12	13	12	13(ii,11)
Anal rays	13	13	14	14	13	13(i,12)
Pectoral rays (i+n)	12	12	13	12	12	12(i,11)
Predorsal scales	20+	25	21	21	23	—
Scale rows above lateral line	—	6	—	—	6	—
Gill rakers	6+17	7+17	8+18	7+18	8+18	7+18
Vertebrae	—	24+16	—	—	—	—

一般のトビウオ類に比べると体は側扁しており吻も細く先端が尖つている．背鰭と臀鰭とはほぼ相対し，後者は前者の起点の直下又はわずか後方に始まる．背鰭は高くてその外縁は半円形に突出し倒せば先端は尾柄有鱗部の後端に達する．その最前部の 2 ～ 3 鰭条のみ不分岐，第 4 ～ 5 鰭条がもつとも長くそれより後方に至るに従い次第に高さを減ずる．臀鰭は多くのトビウオ類と異ならず第 1 鰭条のみ不分岐，第 2 鰭条がもつとも長い．胸鰭は多くのトビウオ類より短いが倒せば先端は背鰭の第 4 ～ 6 鰭条の基底に達する．第 1 鰭条（前端の萎縮鰭条を除き）のみ不分岐，第 2 鰭条が最長で後者は前者の 1.25～1.4 倍を測る．腹鰭はほぼ体の中央に位置を占め倒せば先端は臀鰭の第 1 ～ 2 鰭条基底に達する．第 3 ～ 4 鰭条がもつとも長い．下顎縫合部には口を閉じれば吻端より前方に突出する瘤状の突起を持ち，この突起から後方に下顎の腹面正中線を低い稜状の隆起が走る．上下両顎の前部には細い円錐歯をおびる．鋤骨下面は後方に尖つた三角形をなし，口蓋骨，舌骨と共に表面に微細な粒状突起をおび粗面を形成する．鱗は大きく背面正中線と腹鰭基底との間に 6 列を数える．胸鰭基底後方の鱗では高さは長さの約 2 倍，被覆部には 4 ～ 5 個の放射線があり環線は後下方に一凸出部を持つ．体色は多くのトビウオ類と特に異るところはない．胸鰭は上部鰭条がわずかに色胞をおびるほかは無色，腹鰭も無色，背鰭は上方 2/3 は濃黒色で下方に至るに従い淡くなり基底に近い部分では鰭条のみが色胞をおびる．臀鰭は無色，尾鰭は基底部，上葉先端及び下葉の大部分が暗色をおびる．生時にはその腹面，腹鰭及び尾鰭の下葉が紫紅色をおびる．♀ではかような色調はみられない．このような体色はその産卵期の 8 月に薩南諸島の一部の竹島附近で採集された標本でみられたが，常時この様な二次性徴を示すのか，いわゆる婚姻色であるかは明かでない．

生活史 卵（Pl. 1, fig. B）：屋久島附近で採集された♀の成魚の成熟に近いものと思われる卵巣卵は直径 1.2～1.5 mm，附着糸は卵巣内では各々卵に捲きついているが，表面の相対する二極より生じ一方には 3 ～ 5 本，他の一方には 5 ～ 9 本を数える（5 個測定）．又，その抱卵数は体長 125 mm 及び 118 mm の個体でそれぞれ 2,372 個 及び 2,116個，各個体ともすべての卵が同じ様に発育している．

仔魚期（Pl. 6）：本種の仔魚期と推定される体長5.9，6.8 mm（全長 7.3, 8.3 mm）の 2 標本が採集されている（24°36′N, 124°54′E : 9/5, 1956）．小さい方の標本に於て頭部はすでに完成し吻端はとがり下顎端はやや突出する．体長は頭長の約 4 倍，胸鰭条のみは 5 ～ 6 個を数え得るに過ぎないが，その他の鰭では鰭条は定数に達している．胸鰭の先端は腹鰭基底に遠く達せず腹鰭の先端も肛門に達しない．腹鰭はほぼ体の中央より生ずる．背鰭より臀鰭の方がやや高く，最長鰭条長は後者は前者の 1.2 倍．尾鰭はなお上下相称，後縁は截形に近い．頭頂，鰓蓋部，峡部より肛門にかけての腹側には皮下に埋没した黒色胞群がある．

表層の黒色胞群は頭部では背面より下顎先端に到るまでひろく分布し，眼下などにも散在している．体の背面にもひろくひろがり，体側ではその中央に一縦列をなし胸鰭基底後方より尾柄後端に達する．腹鰭より後方では腹中線とその両側にも黒色胞がならぶ．肛門より前方では黒色胞は広く体側に散在するが，それより後方では背鰭基底及びその後方，臀鰭基底，体側中央に 3 縦列をなすのみである．鰭上には色胞がみられない．

大きい方の標本では胸鰭に 8 鰭条をみとめる．胸鰭先端はなお腹鰭基底に達しないが，腹鰭は大いに延びて先端は臀鰭の 第 2 鰭条基底に到る．臀鰭は背鰭より未だわずかに高い．

尾鰭は下葉が突出して後縁は一斜線をなす．黒色胞は増加し体の後部側面にもひろがるが尾柄は中央と背縁の色胞列を除き大部分白色，尾鰭の基底と下葉上に3～4個の黒色胞がみとめられる．

稚魚期（Pl. 6）：体長 9.0 mm（全長 11.2＋mm）のものが1個体（屋久島：4/8, 1949）採集されたほかは小さいものは得られず，その他の稚魚はすべて大きくて体長 41.5～60.5 mm（全長 50.5～75.0 mm），多くは9月に屋久島で，一部は8月に五島生月島で採集された．

体長 9.0 mm（全長 11.2＋mm），仔魚期と形態に大差はないが胸鰭条は 13 個で定数を数える．胸鰭の先端は腹鰭基底に，腹鰭の先端はその基底と臀鰭起点との中間中央に達する．尾鰭下葉はよく発達し後縁は二叉する．下顎縫合部の前端は尖つてはいるが特に嘴状をなしておらず，下顎腹中線上の稜状隆起やひげ状器官はみられない．体は殆んど全体が黒色胞におおわれるが尾柄後端のみは淡色，背鰭は後半上部が暗色，尾鰭では最下部の2鰭条に沿い黒色胞がならぶ．腹鰭の後半部にも黒色胞が散在する．その他の鰭は淡色である．

体長 41.5 mm～60.5 mm（全長 50.5～75.0 mm），体の外観はほぼ成魚と同様となる．背鰭の高さも成魚と異ならないが，比較的後部の鰭条が長いために後方に倒せば尾鰭中央鰭条の先端に達する．臀鰭は成魚におけるよりもやや高い．胸鰭は体長 41.5 mm で辛うじて背鰭基底の前端に達し，60.5 mm では背鰭第3鰭条の基底下に達する．腹鰭は 41.5～54.0 mm の個体では成魚よりもわずかに長く先端は臀鰭第2鰭条基底に達するが 60.5 mm のものは成魚とひとしくほぼその起点に達するのみとなる．下顎縫合部の先端は前方に向う上下に扁平な小突起をなし，サンマの嘴状部を思わしめる．その腹面に発して下顎の腹中線上を走り眼の前縁の下方に達する低い膜質の竜骨状突起がある．体長 42.0 mm（全長 51.2 mm）の1個体で下顎前端に一対の短いひげ状器官がみとめられた．ひげは扁平で周縁は皺襞に富み，その長さは瞳孔径よりわずかに短く頭長はその 6.2 倍にあたる．稚魚期の標本としてはこの個体を除いてはひげ状器官を持つものは得られなかつた．これは，幼期の標本の下顎端は損傷し易く嘴状部は骨質が裸出しているのを常とする点からみて，採集時に脱落したのではないかと思はれる．

これらの各個体の体色は固定保存されたものではほぼ成魚（♀の）と同様である．各鰭の色相は体長 41.5 mm では背鰭は大部分が黒いが前部6鰭条間では上縁に白色部を残し，最後の2鰭条間では色胞が散在するのみでやや色が淡い．臀鰭には基底部に近く暗色帯が縦走する．胸鰭はすでに成魚と同じく鰭条上にわずかに黒色胞を有するのみであるが，腹鰭は前部を除いては大部分が暗色で中央部は特に濃色を示す．体長 60.5 mm に至る各個体では上記の個体と大差はないが，背鰭は下方より次第に褪色し上方は上縁に至るまで黒色となり，臀鰭の暗色縦帯は前部より消失し，腹鰭の暗色部も成長と共に縮少する．

未成魚期：体長 100 mm 前後以上のものはここでは成魚としてとりあつかつたが，屋久島産の体長 109 mm の個体で一対の短いひげ状器官を持つものがあり（ひげの長さは眼径の 1/3，体長の 2.3 per cent），この個体では臀鰭の後部及び腹鰭の中央部と第3～6鰭条間の縁辺はなお暗色で，幼期の特徴が残存しているのがみとめられる．

類縁：GÜNTHER（1866）の記載しているシナ産の本種の標本はいずれも幼期の個体（体長 37～50 mm）であつて，一対の短いひげを有する点では本邦産のツマリトビウオと一致するが，腹鰭は肛門に達するのみで同じ大きさのツマリトビウオよりもやや短い．FOWLER

(1932) の China Seas から記載しているものは鰭条数，体の各部分の大きさなどには大差はないが，胸鰭の長さは本邦産のものよりやや短く，又背鰭前方の正中線上の鱗数がやや少い．色彩も成魚においては本邦産のものと異らないようであるが，幼期に two large dark lateral spots を有するとしているのは *P. mento mento* と混同しているのではないかと思われる．Weber and Beaufort (1922) は *P. mento* を *P. brachypterus* の synonym としているが，この両者は明かに別種とすべきもので，同氏らがかかげている *P. brachypterus* はその鰭条数 (D. 10–11, A. 10–11, P. i, 12)，色彩などからみて *P. mento* とすべきものであろう．

大西洋産の本種と近縁のものとしては Bruun (1935) は *Exocoetus hillianus* Gosse を一亜種として本種に編入し，Breder (1938) は更に *Parexocoetus brachypterus littoralis* を新亜種として追加している．Breder によればこの両亜種の差異は，前種では両顎歯がほとんど欠除していること，腹鰭が臀鰭の第 2 又は第 3 鰭条に達すること，体長は頭長の約 4 倍なることなどの特徴を有するのに対し，後者では両顎歯は細少であるが明かにその存在がみとめられること，腹鰭は臀鰭起点に達するがその第 2 鰭条には達しないこと，体長は頭長の 4.5 倍なることなどを特徴とするにあり，脊椎骨数や鰓耙数には差異がみとめられない．

又，その生活史については *P. b. hillianus* に関しては Breder (1938) が体長 22.5 mm 以上のものについて述べており，*P. b. littoralis* に関しては Hildebrand and Cable (1930) が *P. mesogaster* (Bloch) (＝*P. b. littoralis*, Breder (1938) による) の 5 mm 内外より成魚までの幼期の発育について記載し，Breder (1932) は同じく *P. mesogaster* の卵巣卵及び体長 4.5～16.5 mm の稚仔について述べている．両亜種の幼期を比べると *P. b. hillianus* では比較的長いひげ状器官がみられる．すなわちひげは体長 22.5 mm ですでにその 13.3 per cent を測り，体長 40～60 mm では平均その 16.8 per cent, 最大 23 per cent に達し，体長 107 mm に到るすべての個体にみられたのに対し，*P. b. littoralis* では体長 18 mm でひげ状器官が現れ，最大 85 mm の個体にもみられるが欠落している場合も多く，存在しているものも眼径にひとしくなる (Hildebrand and Cable による) か，或は体長の 0.2 per cent (Breder による) に達するに過ぎず，はなはだ短いのがもつとも顕著な差異である．

ツマリトビウオをこれらの両亜種と比較すると，成魚に於ては脊椎骨数や鰭条数には差異はないが鰓耙数は 3 ～ 5 個少い．又，胸鰭はやや短く腹鰭は多少前方に位置を占め，その長さは *P. b. littoralis* よりもわずかに短い．背鰭は両亜種のいずれよりもやや高い．顎歯はかなり明瞭でこの点は *P. b. littoralis* に近い．一方幼期のひげ状器官の出現の状態は *P. b. littoralis* にきわめてよく似ている．ひげ状器官のみでなく一般的な幼期形態の発達も鰭の長さなどに多少の相異がみられるのを除いてほとんどこれと同様の経過をたどる．しかしその卵は *P. b. littoralis* では直径 1.3～1.4 mm, 附着糸は卵膜上にひろく分散して生じ半球面上に十数個を数え (Breder(1932) による) 本種の卵とはかなり異つている．大平洋でもその中部～西部の熱帯水域ではひげ状器官の長い型のツマリトビウオ近似の稚仔がしばしば採集される．従つて大西洋の二亜種と対称的な 2 型を産することが推定されるが，成魚におけるこの両型の差については未だ明かにされていない．*P. brachypterus* の基準産地は Tahiti 島であるから，このひげの長い稚仔を生ずるものが基準亜種 *P. b. brachypterus* で，ツマリトビウオや Günther がシナから記載したものなどはこれとは別

の高緯度型，或いは北西太平洋沿岸型の一亜種をなすものではないかとの疑問もあるが，ここには一応 ABE (1955) に従い標記の亜種名を用いることにした．

特徴：本種とバショウトビウオ *Parexcoetus mento mento* の生活史の各期を通じての差異及び本属の幼期にみられる特徴については，バショウトビウオの特徴の項において詳述する．

生態：本種の成魚は7月中旬より8月上旬にかけて薩南群島の竹島，黒島などで多少漁獲され鹿児島の市場でみられる場合もある．この漁期には♂はすべてすでに述べたように美しく彩られ，♀は多くは熟卵を抱く．

体長 6～7 mm の稚仔は5月（宮古島附近）に採集されたが，九州近海では主として40mm 以上のものが8～9月に採集されている．

分布：大平洋西部の熱帯水域及び暖流域にひろく分布するものと思われる．

Table 4. *Parexocoetus brachypterns brachypterus* (RICHARDSON)

Juvenile

Measurements and Counts

Locality & Date collected	Yaku-shima 1949-8-4	Ikizuki-jima 1951-8-26	〃 〃	Yaku-shima 1953-9-7
Stage	post-l	young	〃	〃
Body length in mm	9.0	41.5	53.0	60.5
Total length in mm	11.2+	50.5	65+	75.0
in per cent of body length:				
Depth of body	17.7	18.1	18.1	18.2
Breadth of body	—	11.8	11.3	12.6
Head length	24.3	20.8	22.1	22,3
Snout length	—	6.0	5 9	6.0
Diameter of eye	10.4	8.0	7.9	8.4
Postorbital width	—	9.4	9.1	9.9
Interorbital width	—	8.4	8.5	8.3
Distance from snout to:				
Ventral	—	50.6	51.8	52.8
Dorsal	62.2	67.8	67.0	69.5
Anal	63.3	59.8	68.3	70.3
Pectoral length	17.4	42.4	46.4	49.6
Ventral length	—	23.2	22.1	21.5
Length of the longest dorsal ray	—	27.2	25.5	27.3
Length of the longest anal ray	—	12.7	12.1	11.6
Length of dorsal base	—	21.7	21.9	20.2
Length of anal base	—	20.7	18.5	19.5
Depth of caudal peduncle	—	6.0	6.2	6.8
Length of caudal:				
Upper lobe	—	14.5	14.2	15.0
Lower lobe	23.6	24.1	23.9	25.6
Number of:				
Dorsal rays	12	v,7	iii,9	iii,9
Anal rays	13	i,12	ii,11	i,12
Pectoral rays (i+n)	12	i,11	i.11	i,11

3. *Parexocoetus mento mento* (VALENCIENNES) BRUUN

バショウトビウオ

Plates 7, 8; Tables 5, 6

成魚の形態 (Pl. 8, fig. A): 本種の成魚は体長 102.5～106mm (全長 130～133mm) の 3 個体が熊本県天草富岡で, 体長 113mm (全長 137mm) の 1 個体が奄美大島古仁屋で採集された. 各個体とも♂でその脊椎骨数は 36 個 (21+15, 3 個体測定).

これらの成魚と九州近海産の大型の稚魚 8 個体にをける鰭条などの数は次の通りである.

背鰭条数 10 又は 11, 臀鰭条数 10～12 (大部分は 11 又は 12), 胸鰭条数 14～16 (前端の微小の萎縮鰭条を含む), 背鰭前方の正中線上の鱗数 17～19 (成魚のみ, 以下同様), 背鰭起点と側線との間の鱗列数 6, 鰓耙数 6～8+18～19.

体長に対する百分比: 体高 19.8～20.9, 体幅 13.7～14.3, 頭長 23.9～25.5; 吻長 6.2～7.2, 眼径 7.6～8.2, 眼後部長 9.9～11.1, 眼間径 8.0～8.6; 吻端より腹鰭基底までの距離 50.0～51.3, 背鰭起点までの距離 69.5～71.6, 臀鰭起点までの距離 70.5～73.2; 胸鰭長 57.1～57.5, 腹鰭長 21.2～22.4, 最長背鰭条長 24.1～24.8, 最長臀鰭条長 9.4～10.1, 背鰭基底長 15.6～19.1, 臀鰭基底長 13.9～17.9; 尾柄高 6.6～7.2, 尾鰭上葉長 17.5～18.6, 下葉長 26.9+.

これらのうち 3 個体の個体別測定値を Table 5 にかかげる.

Table 5. *Perexocoetus mento mento* (VALENCIENNES)
Measurements and Counts

Serial number	KCF 3847	KCF 4129	KCF 4130
Locality &	Koniya	Amakusa	〃
Date collected	1954–5–29	1955–6–13	〃
Sex	♂	♂	♂
Body length in mm	113	105	106
Total length in mm	137+	132+	133
in per cent of body length:			
Depth of body	20.0	20.9	19.8
Breadth of body	14.2	14.3	13.7
Head length	23.9	24.6	25.5
Snout length	6.2	7.2	6.7
Diameter of eye	8.1	8.2	7.6
Postorbital length	11.1	9.9	9.9
Interorbital width	8.1	8.6	8.0
Distance from snout to:			
Ventral	51.3	50.7	50.0
Dorsal	71.5	69.5	71.6
Anal	73.2	70.5	73.6
Pectoral length	57.2	57.5	57.1
Ventral length	22.4	21.9	21.2
Length of the longest dorsal ray	24.1	24.8	24.2
Length of the longest anal ray	10.1	10.0	9.4
Length of dorsal base	17.0	19.1	15.6
Length of anal base	15.7	17.9	13.9
Depth of caudal peduncle	6.8	7.2	6.6
Length of caudal:			
Upper lobe	15.5	18.6	17.5
Lower lobe	25.3	26.3+	26.9
Number of:			
Dorsal rays	i,9	ii,9	i,9
Anal rays	i,10	i,11	i,9
Pectoral rays (i+n)	i,13	i,13	i,12
Predorsal scales	19	18?	17?
Scale rows above lateral line	6	—	6
Gill rakers	6+19	8+18	?+19
Vertebrae	21+15	—	21+15

概形はツマリトビウオ *P. brachypterus brachypterus* と大差はないが頭長と体幅とはそれよりもやや大きく尾鰭も多少長い．臀鰭起点は背鰭の第2鰭条の基底下方にある．背鰭は高くその外縁は半円形を呈する．その最初の鰭条のみ分岐せず，最長の第4鰭条は倒せば尾鰭上葉の萎縮鰭条に達する．臀鰭は特に高くはない．胸鰭の先端は背鰭の第9鰭条の下方に達する．第2鰭条（前端の萎縮鰭条を除く，以下同様）が最長で第1鰭条はその55～60 per cent にあたる．腹鰭は体のほぼ中央にあり倒せば先端は肛門と臀鰭起点との中間に達する．第3, 4鰭条がもつとも長い．上下両顎には微細な円錐歯をおび，鋤骨及び口蓋骨の表面は微細な突起をおびる．胸鰭基底後方の鱗では高さは長さの2.2～2.4倍，被覆部には5～7個の放射線があり，環線は後下方に向う凸出部を持つ．

色相：体色は多くのトビウオ類と同様に背面は暗色で腹面は銀白色，固定保存したものでは胸鰭基底の後方から尾柄端に到るやや顕著な暗色帯がみられる．胸鰭の上半，第7鰭条までは後縁を除いては，鰭条鰭膜共に黒色胞をおびやや暗色を呈する．腹鰭は無色，背鰭はほとんど暗色で先端に至るに従い濃黒色を呈するが最後部の3鰭条間では上部に至るに従いかえつて淡色となる．臀鰭は基底部のみ，尾鰭は基底と上葉の先端，下葉の大部分が黒色胞をおび暗色を呈する．生時には体側は♀♂共に淡黄色を呈するという（塚原博氏の談による）．

生活史：本種の幼期の資料としては主として薩摩半島沿岸，屋久島，奄美大島などの沿岸で，体長6.3～56.2mm（全長8.0～71.8mm）の26個体が採集された．そのうち発育の各段階を代表するものの個体別測定値を Table 6 にかかげる．

仔魚期（Pl. 8）：体長6.3*mm*（全長8.0*mm*），体長は頭長の3.3倍，体高の5.2倍，体形はよく整い吻端は細くなり，下顎端は鋭く尖つている．腹鰭の基底は体の中央よりかなり前方にあり，背鰭及び臀鰭の起点も成魚よりはわずかに前方にある．胸鰭には約5鰭条（破損のため不明）をみとめるのみであるが，その他の各鰭には定数の鰭条が発達している．胸鰭の先端はその基底と腹鰭基底との中間中央に，腹鰭はそれよりかなり長く（約1.3倍），先端は肛門のやや前方に達する．臀鰭は背鰭より著しく高く最長鰭条長は臀鰭は背鰭の1.7倍，尾鰭は下葉が伸長し始めており後縁はほぼ一斜線をなす．

吻端より頭部背面，背鰭前端までの背側，下顎端，頭部の側面，腹腔域の外側面などは黒色胞でおおわれる．体の中央より後方では体側中央（lateral septum 上），背鰭及び臀鰭の基底などに沿い黒色胞列があり，尾鰭基底の中央にも黒色胞の小群があるが，これらの色胞群や色胞列を除けば白色である．腹鰭は稀に黒色胞でおおわれるがその他の鰭は淡色である．

体長8.6mm（全長11.0mm），腹鰭の基底は体の中央よりわずかに前方に位置を占めその先端はほぼ臀鰭起点に達する．体の後方の3色胞列間にも黒色胞が散在するが尾柄部には未だ現れない．背鰭の前部及び尾鰭下葉にもわずかに黒色胞を生ずる．腹鰭の黒色胞は濃密となり全体黒褐色を呈する．胸鰭も前部が色胞におおわれる．

稚魚期（Pls. 8, 9）：体長12.6mm（全長16.2mm），胸鰭条数は定数（13）に達する．腹鰭は体の中央よりやや後方に移る．背鰭と臀鰭との位置は成魚とほぼ等しくなる．胸鰭の先端は腹鰭の起点に，腹鰭の先端は臀鰭の第5鰭条基底に達する．腹鰭は胸鰭よりもやや長い（約1.2倍）．尾鰭後縁はわずかに叉入する．下顎縫合部は鋭く尖りその下面の正中線

上に低い竜骨状の膜質突起が現れる．黒色胞は体側全体にひろがり後半部もほとんどこれにおおわれるが尾柄はその後部中央に一黒色胞群があるほかは白色である．鰭上の黒色胞は背鰭では前部より中央にかけて散在し，中央上半部ではやや顕著な黒色斑をかたちずくり，胸鰭では下部の 2 ～ 3 鰭条間を除いてはひろく散在し，腹鰭では全体に密在して濃黒褐色を呈する．尾鰭では下葉上に散在するのみで臀鰭には存在しない．

体長 16.0 mm（全長 20.7 mm），下顎縫合部前端には上下に扁平なきわめて短い骨質の突起を生じその形状はサンマの下顎嘴状部にやや似ている．膜質の竜骨状突起はその下面に発して下顎の腹面正中線上を鼻孔の垂直下方まで走る．背鰭と臀鰭との高さがほぼひとしくなる．胸鰭は腹鰭よりもわずかに長くなり，先端は背鰭の前部に近ずく．腹鰭は体長 12.6 mm のものよりかえつてわずかに短くなる．体側後部中央の黒色胞列は後方に延び，尾鰭基底の暗色斑はひろがり，両者は尾柄上で相連る．

体長 25.0 mm（全長 33.5 mm），腹鰭は前進して成魚とひとしい位置を占め体側には鱗がよく発達する．背鰭はかなり高くなり後方に倒せば尾鰭萎縮鰭条の前端に達する．その大部分は濃密に黒色胞をおび縁辺に近ずくに従い濃色を呈するが，後方 3 鰭条間はやや淡色である．体長 30.2 mm（全長 38.6 mm），頭長もほぼ成魚とひとしくなる．胸鰭の先端は背鰭の第 2 鰭条基底に，腹鰭は（ますます短くなつて）臀鰭の第 3 鰭条基底に達する．前者

Table 6. *Parexocoetus mento mento* (VALENCIENNES)

Juvenile
Measurements and Counts

Locality & Date collected	Yama-kawa 52-8-27	〃 〃	Makura-zaki 50-10-12	Kushiki-no 52-9-2	Yama-kawa 52-8-27	Yaku-shima 52-11-8	Amami-Oshima 54-5-29	〃 〃
Stage	post-l	〃	young	〃	〃	〃	〃	〃
Body length in mm	6.3	8.6	12.6	16.0	25.0	30.2	45.5	56.2
Total length in mm	8.0	11.0	16.2	20.7	33.5	38.6	57.8	71.8
in per cent of body length:								
Depth of body	19.8	19.1	20.7	20.8	21.2	18.9	18.0	18.8
Breadth of body	—	—	—	—	15.6	13.6	13.4	13.7
Head length	29.1	28.0	29.2	28.7	28.4	26.5	26.4	26.2
Snout length	—	—	—	—	7.0	7.6	8.1	7.5
Diameter of eye	11.2	11.4	11.0	10.6	11.4	11.2	10.7	10.7
Postorbital length	—	—	—	—	10.9	11.2	10.1	10.7
Interorbital width	—	—	—	—	9.4	9.3	9.2	9.3
Distance from snout to:								
Ventral	46.1	48.2	53.2	52.8	52.0	51.4	51.8	50.8
Dorsal	65.0	66.5	69.7	71.5	69.2	67.8	71.0	72.0
Anal	66.6	71.7	71.5	73.5	73.2	71.8	73.6	73.2
Pectoral length	14.9	21.5	24.4	29.8	39.2	45.7	50.8	53.7
Ventral length	19.8	24.0	29.2	28.4	26.4	26.5	26.4	24.6
Length of the longest dorsal ray	10.9	12.5	12.0	13.2+	20.6	21.5	25.3	24.9
Length of the longest anal ray	12.4	13.8	13.4	14.2	12.2+	13.2	12.1	11.7
Length of dorsal base	18.0	19.6	19.2	18.9	18.2	18.5	18.0	16.9
Length of anal base	16.9	16.7	15.2	17.0	15.4	15.9	15.4	16.0
Depth of caudal peduncle	—	—	—	—	7.8	7.6	6.6	7.1
Length of caudal:								
Upper lobe	—	12.3	12.2	15.0	14.5	15.2	18.7	16.3
Lower lobe	22.8	24.7	28.1	27.8	28.0	28.1	28.8	27.6
Number of:								
Dorsal rays	10	11	11	11	11	10	11	10
Anal rays	10	12	11	11	12	11	11	11
Pectoral rays (i+n)	5+	11	13	14	13	14	14	15

はその先端部と下部とを除き暗褐色，後者はほとんど全体が黒褐色を呈する．下顎縫合部には長さが瞳孔径の 1/6 内外の小さいリボン状の黒色ひげ状器官がみとめられる（下顎縫合部の骨質突起が裸出しているのでその剝離した皮膚の残片の疑いもある）．

体長 45.5 mm（全長 57.8 mm），概形はほぼ成魚と同様であるが，胸鰭はこれよりなお短かく腹鰭はやや長い．両対鰭共に色相には変化がない．成魚と同様に背面は暗色，腹面は銀白色であるが，背鰭基底の前端及び中央の下方には体側上方に前後にならぶ 2 個の顕著な小黒色斑があり著しい特徴をなす．その大きさはいずれもほぼ瞳孔にひとしい．下顎縫合部には体長 30.2 mm の稚魚と同じくきわめて短いひげ状器官がみられる．下顎腹中線上の膜質竜骨突起もなおよく発達している．

体長 56 2 mm（全長 71.8 mm），概形及び色相には著しい変化はない．下顎縫合部の先端の骨質突起はなくなり下顎端はやや丸みをおびるに至る．

発育の始めには頭部及び眼が大きく，背鰭臀鰭及び腹鰭の位置は成魚より前方にあるが体長 10 mm 内外に達すれば両垂直鰭の位置は成魚と同様になり，腹鰭は一時やや成魚より後方に移るが頭長が成魚とひとしくなる 30 mm 前後には成魚の位置に復する．体長 17 mm 前後までは臀鰭は背鰭より高いがそれ以後は背鰭の方が高くなり，25～45 mm でほぼ成魚にみられる様な形態となる．尾鰭は 9～11 mm で下葉が伸長し後縁叉形となる．12～45 mm では成魚よりもかえつて長い．胸鰭は始め腹鰭より短いが体長 30 mm に達するまでに急に伸び，体長 12～13 mm で腹鰭起点に達し，14～16 mm で腹鰭より長くなり，25 mm 内外で背鰭起点を超え，56.2 mm では背鰭の第 5 鰭条基底に達する．腹鰭は体長 13～14 mm で臀鰭中央に達するがその後短くなり 56.2 mm ではその前端に至るのみとなる．

下顎縫合部は体長 6.3 mm ではただ鋭く尖つているのみであるが 13～14 mm で先ずその下面に膜質の竜骨状隆起を生じ，16 mm に達したものでは先端に短い嘴状の骨質突起を備える．又体長 23～46 mm の稚仔のうち 3 個体には嘴状突起の腹面に膜質隆起の前端両側にあたり一対のきわめて短いひげ状器官様のものがみとめられる．しかしこれが真のひげ状器官であるか否かは多少疑わしい．

体側の色胞はその後部では体長 7 mm 内外のものから中央と背腹両側に 3 縦列を形成してをり，その後次第にこれらの縦列の間を埋めるように発達して行く．体側中央の色胞縦列は始め尾柄上には延びていないが（ツマリトビウオ幼期との差異），体長 16 mm 以上のものでは尾柄後端までひろがる．体長 40 mm 以上のものでは背鰭基底下方の体側上に 2 個の瞳孔大の顕著な黒色斑を生ずる（本種の特徴）．背鰭は 12 mm 内外より暗色をおび始め 30 mm 以上のものでは全体ほとんど黒色となる．各期を通じて臀鰭には色胞なく，尾鰭には下葉に色胞散在するが概して淡色である．胸鰭は体長 8～9 mm より暗色となり始め 13～14 mm では下部を除き暗色，30 mm に達するとその先端が褪色し始める．腹鰭は 13～14 mm でほとんど黒褐色となり以後その状態がつづく．この腹鰭の色相は生時においても著しい特徴をなす．

体長 8～30 mm の稚仔では生時には側面の大部分は帯青色で腹面は明るい青色，体側中央には濃青色の一縦線がある．これらの部分はいずれも銀白色の光沢を帯びる．背面は帯紅褐色で強い金属光沢をおび，更に胸鰭基底後部上方より背鰭の前方にかけて黄金色をおびた大きな輝斑がありその周囲はピンク色で背方からみると著しく鮮明である．潮目の長

層を游泳しているときは胸鰭はほとんど透明で認め難いが，腹鰭は濃黄緑色の地に黒色点を密布し，これを常に体の両側にひろげているので直ちに本種であることを識別し得る．

類縁：Bruun (1937) はPondichéry で採集された Valenciennes の本種の基準標本を再検討しているが，その測定値，鰭条数，鰓耙数などは上述の本邦産のものとほぼ同様である．Bleeker (1866) の Java, Bangka, Celebes 及び Ternata 産のもの (70～120mm), Schultz 等 (1953) の Marshall 群島産のもの (71 mm) などの諸特徴もよくこれに一致する．Weber and Beaufort (1922) は *P. mento* を *P. brachypterus* の synonym としているがこれが誤であることはツマリトビウオの類縁において述べた通りである．しかしその記載はむしろ *P. mento* によつたものではないかと思われ，幼期に背鰭下方に 2 個の黒斑が現れると述べている点や，鰭条数，各部分の測定値なども *P. mento* に一致する．Seale (1935) の記載している *P. brachypterus* にも混同がみとめられ，そのうちの Vanikoro 島産の 40～80 mm の幼期の個体は鰭条数，斑紋からみて *P. mento* と一致する．

Bruun (1935) 及び Breder (1938) によれば大西洋の *P. mento atlanticus* Breder は脊椎骨数はバショウトビウオと同じく 35 又は 36 であるが鰓耙数 8～9＋19～21で，大平洋及びインド洋産のものが 6～8＋17～19 であるのに比べるとやや多い．又，胸鰭長が大西洋のものでは体長の 51～53 per cent であるのに比べ西大平洋のものでは 55～57 per cent とやや長いのにも差異がみられる．しかし本邦産のものとインド洋産，大平洋島嶼産のものとの間には特に差異がみとめられないので，バショウトビウオも *P. mento mento* とするのが妥当であろう．*P. mento atlanticus* の幼期は未だ明かにされていないようである．

なお最近 Abe (1956) により本種の成魚の詳細な記載が公にされた．

特徴：本属のトビウオ類稚仔のもつとも著しい特徴はその下顎の先端が鋭く尖つていてやや成長したものでは先端に短い嘴状の骨質突起をおび，その腹面正中線には膜質の小竜骨状隆起を生ずることである．わが国の他のトビウオ類としてはハマトビウオ *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* 及びトビウオ *Prognichthys agoo* の仔魚期のおわりにも多少これに近い形態が現われるが，両種とも間もなく特徴的なひげ状器官が発達するうえに，黒色胞の分布の状態，対鰭の大きさの関係などに本属の稚仔とは大きな差があるので混同するおそれはない．その他体長 25mm 以上に達すれば背鰭が成魚と同様に高くなることも（ハマトビウオ，カラストビウオ *Cypselurus spilonotopterus*，トビウオ，オキトビ *Danichthys rondeleti* などに類型はみられるが）本属の特徴として上げられよう．

バショウトビウオとツマリトビウオの幼期の差異は，体長 6～8 mm の仔魚期においては，体側中央を縦走する黒色胞列が前者では背鰭及び臀鰭の基底後端を結ぶ線で終つており，尾柄はその後端の黒色胞群を除いては白色なのに対し，後者では胸鰭後方から尾柄後端まで連つている点にもつとも著しい．

稚魚期の始め 8～10mm の時期には上記の差異のほか，背鰭の黒色胞群が前者では中央より前方に，後者では中央より後方に現れることがあげられる．後者では稚魚期の体長 10～40mm のものが採集されていないのでその間の差異は明かでないが，40mm 以上のものでは前者の背鰭下方に 2 個の黒色斑を生ずるのが著しい特徴である．そのほか腹鰭が前者

では全体が暗色なのに後者ではやや輪廓の明かな斑紋のあること，臀鰭は前者では無色であるが後者では基底に沿い暗色帯が走つていることなどもあげられる．又，前者の方が頭が大きく背鰭が低いこと，胸鰭は前者ではやや暗色，後者ではほとんど淡色であることなどは成魚と共にみられる差異である．鰭条数にみられる差（前者では D. 10, 11; A. 10～12, 後者では D 12, 13; A 13, 14）は各期を通じて両者の識別に寄与する．

本属のトビウオ類の孵化直後の稚仔はかなり小さいもののようである（*P. brachypterus littoralis* の前期仔魚は Hildebrand and Cable (1930) によれば 3 mm 内外であるという）．従つてここにあげた仔魚はその小さいものでもかなり発育が進んだものと言うべきで，仔魚期の最初の時期のバショウトビウオとツマリトビウオの識別は困難なのではないかと思われる．

生態：成魚は熊本県天草のトビウオ漁場では，5～6 月のツクシトビウオ，ホソトビなどの漁期に採集され人工受精も可能な熟卵を持つ個体もみいだされる（塚原博氏による）．

体長 6～20 mm の稚仔が 8～10 月のトビウオ漁期に薩摩半島の外洋に面する沿岸でしばしば採集された．これらの稚仔はすでに述べたような顕著な外観的特徴を備えているために自然の棲息状態においても容易に識別されるが，常に単独又は 2～3 尾の小群をなして潮目の表層を游いでおり，特に流れ藻などに密集するような習性はみとめられない．

分布：大平洋及びインド洋の熱帯及び亜熱帯水域．

4. *Exocoetus monocirrhus* (Richardson)

ハゴロモトビウオ

Plates 9–11; Tables 7, 8

体長 170～180 mm, 全長 220～240 mm に達するトビウオ類で，成魚は九州沿岸，南西諸島，台湾近海などで 5 個体が得られたのみである．これらの標本の脊椎骨数は 41～43 個 (25+16, 26+16, 26+17).

成魚の形態 (Pl. 9, fig. A)：上記の諸標本の鰭条などの数及び各部分の測定値は次のようである．

背鰭条数 13 又は 14，臀鰭条数 12～14，胸鰭条数 16 又は 17（前端の萎縮鰭条を含め）；背鰭前方の正中線上の鱗数 18～20，背鰭起点と側線との間の鱗列数 8，側線と臀鰭起点との間の鱗列数 2，鰓耙数 5～6＋19～21.

体長に対する百分比：体高 20.0～21.2, 体幅 14.6～14.7, 頭長 25.4～27.6；吻長 6.8～8.0, 眼径 6.6～6.9，眼間径 8.1～8.7，眼後部長 13.6～14.2；吻端より腹鰭基底に至る距離 42.9～45.8，背鰭起点に至る距離 68.3～70.6，臀鰭起点に至る距離 68.3～71.0；胸鰭長 73.5～78.0, 腹鰭長 12.4～13.3；最長背鰭条長 8.1～8.3，背鰭基底長 20.2～21.2，最長臀鰭条長 10.4～10.8，臀鰭基底長 20.6～21.2；尾柄高 7.9～8.5，尾鰭上葉長 24.1～25.6，下葉長 32.0～32.5.

各標本の個体別測定値は Table 7 にかかげる．

Table 7. *Exocoetus monocirrhus* (RICHARDSON)
Measurements and Counts

Serial number Locality & Date collected	KCF 3266 Uotsuri-jima 1953-11-7	NEL 5 Kagoshima Bay 1954-11-24	KCF 3280 Sekibisho 1953-12-12
Sex	—	♀	♂
Body length in mm	127	177	181
Total length in mm	168	221+	241
in per cent body length:			
Depth of body	22.1	20.0	21.2
Breadth of body	16.3	14.7	14.6
Head length	26.5	25.4	27.6
Snout length	7.2	6.8	8.0
Diameter of eye	7.3	6.6	6.9
Interorbital width	13.8	13.6	14.2
Postorbital length	8.9	8.7	8.1
Distance from snout to:			
Ventral	40 6	42.9	45.8
Dorsal	69.6	68.3	70.6
Anal	68.8	68.3	71.0
Pectoral length	78.0	73.5	78.0
Ventral length	13.8	12.4	13.3
Length of the longest dorsal ray	—	8.1	8.3
Length of the longest anal ray	11.8	10.4	10.8
Length of dorsal base	21.3	21.2	20.2
Length of anal base	20.2	21.2	20.6
Depth of caudal peduncle	—	7.9	8.5
Length of caudal:			
Upper lobe	22.7	24.1	25.6
Lower lobe	33.9	28.8+	32.0
Number of:			
Dorsal rays	i,12	i,12	i,12
Anal rays	i,11	i,12	i,12
Pectoral rays (i+n)	i,15	i,15	i,14
Predorsal scales	20?	18	—
Scale rows above lateral line	—	8	8
Gill rakers	5+21	6+20	6+20
Vertebrae	26+17	—	—

トビウオ類としては頭が大きく且高く，体長は頭長の 3.6～3.9 倍，頭長は頭高の 1.3 倍にあたる．胸鰭は長大で先端は尾柄後部に達する．

第 1 鰭条（前端の萎縮鰭条を除き，以下同様）は分岐せず，第 2 鰭条以下は分岐し，第 3 ～ 4 鰭条が最長である．吻端と腹鰭基底との距離は後者と臀鰭の第 7 ～ 8 鰭条基底との距離にひとしい．腹鰭は短くて頭長はその 2 倍よりわずかに長い．その外縁はやや凹入している．背鰭起点と臀鰭起点とは相対するか，又は後者が前者よりわずかに前方に始る．臀鰭は背鰭よりもやや高く，前者の最長鰭条は後者の最長鰭条の 1.2～1.3 倍，尾鰭は多くのトビウオ類よりも長い．両顎には小円錐歯をおび，上顎前端，下顎縫合部附近のものはやや発達している．鋤骨，口蓋骨などには歯がみとめられない．胸鰭基底後方の鱗は楕円形若しくは菱形でその高さは長さの約 1.5 倍，被覆部には 6 ～10 個の放射線をおびる．環線凸出部はない．

色相：体色は固定標本では多くのトビウオ類と同様である．胸鰭は藍黒色でその後縁と下方の 3 ～ 4 鰭条とが淡色をおびる．この淡色部はイダテントビウオ *Exocoetus volitans* と異り，下方より第 1 鰭条の先端まで連り胸鰭後縁を全体にわたつて縁どつており その幅

はもつとも広いところで瞳孔径にひとしい．背鰭は一様にやや暗色，尾鰭は藍黒色，臀鰭と腹鰭とは無色である．

生活史：本種の幼期の標本は九州南方 20～30°N, 125～130°E の海域で 92 個体採集された．これらの資料にもとずいて，その発育に伴う形態の変化を次に述べる．

仔魚期（Pl. 9）：採集された最小の個体，体長 4.1 mm（全長 5.3 mm）においては，腹部がなおやや膨れており，外部からはうかがい得ないが卵黄が残留しているもののようである．頭ははなはだ大きく吻端は円みをおび，眼も著しく大きくてやや突出する．体長は頭長の約 3 倍，頭長は眼径の約 2 倍を測る．腹鰭の基底は体の中央よりやや後方にあり，その先端は肛門に達する．臀鰭は背鰭の第 3 鰭条基底の下方に始る．尾鰭の先端は丸い．これらの鰭では鰭条数がほぼ定数に達しているようである（破損のため確実ではない）．胸鰭は鰭条数約 9，腹鰭より短い．黒色胞は頭部背面，体の背側などにひろがり，鰓蓋部，軀幹部側面にも散在している．肛門より後方では体側中央と臀鰭基底上とで各一縦列をなす．尾柄中央にも一黒色胞群があるがその上下と後方には色胞群を欠いている．腹鰭の中央にも色胞群をみとめるがその他の鰭には色胞がない．

体長 5.3 mm（全長 7.3 mm），腹部における体高はなおかなり高い．吻がやや尖り頭長は各期を通じて最大となり体長はその約 2.8 倍，胸鰭は腹鰭よりも長くなり，先端は腹鰭基底を越える．腹鰭も多少延びて先端は臀鰭の前端に達する．尾鰭の下葉がやや伸長し後縁は一斜線をなす．体側の大部分は色胞でおおわれ腹鰭基底上方では約 10 列を数えるが，腹側の色胞はなお疎で尾柄の下半部及びこれにつづく臀鰭基底の上方には色胞を欠く．胸鰭上にはその基底に近い上半部に黒色胞が点在するのがみとめられるようになる（イダテントビウオとの差異）．尾鰭にも最下部の鰭条上に黒色胞が現れる．

体長 6.7 mm（全長 9.0 mm），腹部における体高も低くなり体長はその 4 倍，頭部の形はよく整うが頭長は未だ大きく体長はその 3 倍，腹鰭は前進して体のほぼ中央に位置を占める．

体長 10.2 mm（全長 14.0 mm），頭長は著しく短くなり体高も低くなつていずれも成魚の比長に近ずく．腹鰭も体の中央よりかなり前方に位置を占めるようになる．胸鰭は鰭条数 13 を数え，大いに延びて先端は肛門上方に達する．腹鰭の長さには特に変化なく先端は肛門に達する．尾鰭の下葉は著しく延び上葉の長さの 2.1 倍を測り後縁はわずかに凹入する．黒色胞の分布は体側では 5.3 mm 及び 6.7 mm のものに比し大差はなく，尾柄下部より臀鰭基底の上部にかけて色胞を欠く，胸鰭と腹鰭とにはその全面にわたつて黒色胞が散在し，後者はかなり濃色をおびる．

稚魚期（Pls. 10, 11）：体長 14.4 mm（全長 19.5 mm），胸鰭条数 15 個を数え定数に達する．体高は後頭部において最大となり，前頭部の背面の輪郭がやや急峻となつて本種の幼期の特徴のひとつが明かになる．腹鰭は更に前方に進んでその基底は吻端と臀鰭基底後端との中間中央に位置を占める．多くのトビウオ類と異り第 1 鰭条が著しく長く鰭の後縁はわずかに凹入し，先端は肛門のやや前方に達する．胸鰭も更に延び先端は背鰭の第 4 鰭条基底に達する．黒色胞の分布は体側及び胸鰭上では大きな変化を示さないが，腹鰭上では密在して濃黒色を呈するに至る．新鮮な標本では後頭部より背鰭の前部にかけて大きな暈斑が現れる．

体長 22.0mm（全長 29.5mm），後頭部はますます高くなり，体高は胸鰭基底前端において最大，頭部背面の輪郭と体の水平軸のなす角は 45° 内外となる．胸鰭の先端は背鰭のほぼ中央に達する．背鰭と臀鰭との高さはほぼひとしい．下顎縫合部に短い 1 個の舌状のひげ状器官が現われる．胸鰭後方に広く鱗がみとめられる．黒色胞の分布は体側では腹鰭基底上方，背側では背鰭の前方などにおいてはやや濃密であるがその他の場所では比較的疎，尾柄もほぼ色胞でおおわれる．胸鰭上には基底部，中央部及び縁辺の 3 色胞帯が分たれる．腹鰭はひきつづき濃黒色，背鰭の中央及び臀鰭の中央にも黒色胞群が現れる．

体長 34.0mm（全長 45.5mm），体高は後頭部において各期を通じ最高に達し，体長はその 3.6 倍にあたる．頭の水平軸が前下りに傾き後頭部より軀幹前部にかけての背側の輪郭は弧状をなし，吻の背縁はほとんど垂直，頭の腹側の輪郭は水平に近くなる．ひげ状器官は伸長し胸鰭基底の下方に達し，上下に扁平なテープ状を呈しその基部はやや幅広く中間部は狭まり先端はふたたびひろがつて楕円形をなす．その下面の中央には先端部を除き低い竜骨状突起が走る．胸鰭の先端は尾柄部を越え尾鰭前部に達し成魚よりもかえつて長い．腹鰭はやや長くなり最長の第 1 鰭条の先端は臀鰭の第 3 鰭条の基底に達する．背鰭は臀鰭よりもわずかに高まり，両者の起点と吻端との距離は吻端の位置の変化に伴い一時的に後者の場合の方が短くなる．鱗は尾柄後端を除いてはほとんど体の全面をおおう．

体側の中央，腹鰭基底と肛門との中間は背面より腹面に至るまでひろくやや濃密に色胞でおおわれ，その最後部，背鰭中央下方及び尾柄部では特に濃色を示し幅の広い暗色横帯を形成する．腹鰭を後方に倒せばその中央の暗色横帯は体側中央の暗色部に，後縁の暗色部は背鰭下方の暗色横帯に重なる．腹鰭は濃黒色，背鰭，臀鰭もほとんど全体が色胞をおび，特に中央の体側横帯に連る部分と後端とは濃色を示す．尾鰭にはわずかに黒色胞が散在する．ひげ状器官にも黒色胞が散在し特に先端は濃黒色をおびる．新鮮な標本では暗色の部分は藍青色で全体著しい銀白光沢をおびる．背鰭前方の輝斑もなおよく発達している．

体長 45.5mm（全長 60.6mm），ひげ状器官はなお伸長をつづけ胸鰭基底後端下に達する．鱗は体の全表面をおおう．体側の横帯は尾柄部のものを除いてやや不明瞭となり背面は一様に暗色を呈する．腹鰭もやや淡くなり，背鰭及び臀鰭も前者の中央下半と後端とに黒色斑を残して他の部分では色胞がほとんど消滅する．尾鰭には下葉の中央にのみ色胞が散在する．形態が一般にやや成魚に近ずく．

体長 53.0mm（全長 70.0mm），腹鰭は第 5 ～ 6 鰭条間の上方にわずかに黒色胞群を残すのみでほとんど淡色となり背鰭もその中央下方に暗色斑をとどめるのみである．

体長 64mm（全長 84mm），後頭部における体高は未だかなり高く幼期の特徴が残存しているが，ひげ状器官はすでに脱落する．腹鰭の黒色胞群は全く退化消失し淡色となる．

未成魚期（Pl. 11）：体長 89mm（全長 115mm），頭部の形態は成魚とほぼ同様となる，これに伴い腹鰭の位置もかなり後方に移るがその長さは著しく減じ，先端はその基底と肛門との中間中央に達するに過ぎない．胸鰭長も成魚とほぼひとしくなり先端は尾柄後部に達する．体色も成魚に近ずき暗色横帯もほとんどみとめられなくなる．胸鰭は最下部を除き暗色となり第 8 鰭条以下には後縁に淡色部が現れる．背鰭はほぼ一様にやや暗色をおびるが中央下方の小黒色斑はなお明かである．尾鰭は成魚に比べて未だ著しく淡色，腹鰭と臀鰭とには成魚と同じく色胞がない．

Tadle 8. *Exocoetus monocirrhus* (RICHARDSON)
Juvenile
Measurements and Counts

Locality & Date collected	N 27–03 E 128–41 1953–6–8	〃 〃	〃 〃	N 22–24 E 125–10 1953–4–30	N 28–48 E 127–27 1955–4–28	〃 〃
Stage	post-l	〃	〃	〃	young	〃
Body length in mm	4.1	5.3	6.7	10.2	14.4	22.0
Total length in mm	5.3	7.3	9.0	14.0	19 5	29.5
in per cent of body length:						
Depth of body	26.2	26.4	25.0	22.4	22.9	22.7
Breadth of body	23.1	25.2	20.4	19.4	18.1	18.6
Head length	33.9	36.2	33.0	26.1	26.4	25.9
Snout length	—	5.3	5.6	5.9	5.2	5.5
Diameter of eye	16.9	15.9	14.9	10.4	10.4	10.0
Postorbital length	—	16.2	14.9	11.9	10.5	10.8
Interorbital width	—	10.1	10.3	7.5	8.3	8.2
Length of barbel	—	—	—	—	—	3.0
Distance from snout to:						
Ventral	55.0	54.0	50.0	44.8	41.6	40.9
Dorsal	69.2	66.0	68.2	65.6	63.1	64.1
Anal	77.0	76.9	71.7	68.6	64.2	64.6
Pectoral length	15.4	25.2	23.9	35.8	48.6	68.2
Ventral length	18.5	23.0	22.7	20.9	19.5	22.7
Length of the longest dorsal ray	9.2	12.1	11.4	10.4	11.8	13.2
Length of the longest anal ray	11.5	16.5	14.5	13.4	15.3	13.6
Length of dorsal base	20.0	22.0	24.1	25.4	23.6	22.7
Length of anal base	16.9	22.0	23.2	25.4	22.9	24.5
Depth of caudal peduncle	10.8	9.9	9.1	8.2	8.3	9.1
Length of caudal:						
Upper lobe	—	—	—	14.9	17.4	15.9
Lower lobe	27.7	30.8	30.8	32.9	34.7	38.6
Number of:						
Dorsal rays	12+	13	13	13	13	13
Anal rays	12+	13	13	13	13	13
Pectoral rays (i+n)	9+	9+	10+	13	15	13

Table 8. (Continued)

Locality & Date collected	N 28–49 E 129–53 1954–3–14	Uotsuri-jima 1951–5	Yaku-shima 1949–7–28	E. of Miyazaki 1949–10	Bashi strait 1953–6
Stage	young	〃	〃	immature	〃
Body length in mm	34.0	45.5	64.0	89	102
Total length in mm	45.5	60.6	84+	115	128+
in per cent of body length:					
Depth of body	27.4	25.4	24.1	22.5	23.0
Breadth of body	19.4	20.2	16.9	15.7	17.9
Head length	25.4	25.9	25.5	25.3	25.8
Snout length	5.9	6.1	6.3	6.9	6.5
Diameter of eye	9.4	9.5	7.8	7.9	6.9
Postorbital length	11.8	12.1	13.3	12.4	12.7
Interorbital width	10.6	11.7	9.4	9.0	9.0
Length of barbel	23.8	29.0	—	—	—
Distance from snout to:					
Ventral	39.8	42.2	41.4	44.4	44.1
Dorsal	68.6	69.5	70.3	70.8	66.5
Anal	65.4	68.2	71.2	72.0	69.6
Pectoral length	81.2	84.3	78.0	78.0	78.0
Ventral length	25.0	24.8	18.8	16.3	15.7
Length of the longest dorsal ray	15.6	15.5	—	12.6	12.2
Length of the longest anal ray	16.2	13.2	—	12.4	12.0
Length of dorsal base	24.4	23.3	24.2	20.8	22.2
Length of anal base	24.4	22.0	23.4	20.8	21.3
Depth of caudal peduncle	10.0	9.9	9.5	9.0	8.6

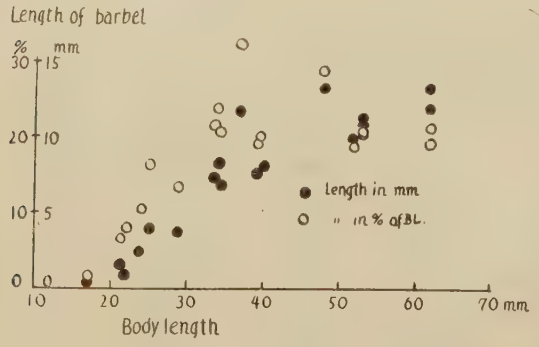
Length of caudal:					
Upper lobe	23.6	20.8	20.3	23.6	24.5
Lower lobe	39.5	37.4	32.8+	33.1	27.4+
Number of:					
Dorsal rays	13	13	14	13	13
Anal rays	14	12	14	13	13
Pectoral rays (i+n)	16	16	16	16	15

体長 102 mm（全長 128 mm）においてもなお体高は成魚よりもやや高く，頭部の形態には多少幼期の特徴が残存している．背鰭中央下部には小暗色斑をとどめるが一般的な色相は成魚と同様である．

上記の幼期標本のうち 6 個体の測定値を Table 8 にかかげる．

発育の始めには多くのトビウオ類と同じく吻端は丸みをおび下顎の方がむしろ突出しているが，体長 5 mm を越えれば吻はとがり頭部の形態が整う．このときに各期を通じて頭がもつとも大きく体長は頭長の 2.8 倍，従つて腹鰭基底の位置は成魚よりも遙かに後方にある．体は始めは太短いが成長と共に頭は小さく体は細くなり，多くのトビウオ類仔魚にみられるように仮名の“へ”の字状に体の中軸がゆるい弧を画く．体長 15 mm 内外より後頭部が著しく高まり，35 mm 内外では前頭部背側の輪郭は急峻となり腹側の輪郭はこれに対して水平に近くなつて吻端の位置が眼の下縁とほぼ同じ高さになる．これに伴い体高が著しく高まり，腹鰭を始め各鰭が前進し各期を通じて最前方に位置を占めるに至る．その後は次第に成魚の形態に近ずくが未成魚期の終りに到るまでこの特徴の残存がみとめられる．

ひげ状器官は体長 17～20 mm で始めて現れ，体長 40 mm 前後には 10～13 mm に達して頭長を越えるに至るがその後は成長せず，ふつう体長 60 mm を越えると間もなく脱落するようである．体長とひげ状器官の長さとの関係は Textfigure 2 にかかげた．ひげの形態はすでに述べた通りである．



Textfigure 2. Transition in the length of barbel of juvenile *Exocoetus monocirrhus* (RICHARDSON)

胸鰭は始め腹鰭より短いが体長 5 mm 前後では腹鰭にひとしくなり，その後大いに伸長して体長 45 mm 内外では体長の 85 % に近く先端は尾鰭中部に達するがその後は次第に短くなる．腹鰭は第 1 鰭条が長いために後縁は矢筈形をなしており，体長 35 mm 内外で臀鰭の第 2～3 鰭条基底に達するが 50 mm 以上では急速に短くなる．その基底の位置にもかなり変動があることはすでに述べた．

体側の黒色胞は始めは尾柄部，臀鰭基底上方などを除いては広く疎に分布しているが，稚魚期に入るや体の中央より後方に 3 個の暗色横帯が明かになり，そのうち尾柄上のものはかなり大型の稚魚でも顕著である．生時には銀白色の金属光沢が著しく 20 mm 内外までは背鰭前方の背面に大きな輝斑がみとめられる．腹鰭上には体長 5 mm 内外から黒色胞が現れ始め稚魚期には全体濃黒色を呈するが，体長 50 mm 以後には急に淡くなり体長 60 mm

以上ではほとんど色胞を失う．胸鰭にも体長 5 mm 内外で基底に近く色胞群を生じ，上半部より全体にひろがり，稚魚期には不明瞭な淡い暗色帯が現れるが 60mm 以後は全体がほとんど暗色となる．

背鰭と臀鰭には 20 mm 内外より黒色胞が現われ，35 mm 内外ではそのほとんど全体をおおうが，50mm 以上に達すると臀鰭上の色胞は退化消失する．背鰭中央に現われる黒色斑は特に顕著で未成魚期にも明かにみとめることができる．

なお後述するように本種にきわめて近い大西洋の *Exocoetus obtusirostris* の卵は BRUUN (1935), BREDER (1938) らによれば直径 2.8～2 9mm で附着糸を持たず浮游卵と推定される．本種の卵もこれに近いものと思われるが未だ明かにされていない．

類縁：*Exocoetus monocirrhus*(*Richardson*; 1845) は China Seas で採集された体長 56mm の稚魚にもとずいて創設されたもので GÜNTHER (1866) によつてあげられたその特徴はハゴロモトビウオの幼期にみられるところとよく一致している．NICHOLS and BREDER (1928) は東部大平洋熱帯水域でひげを有する *Exocoetus* 属の稚魚を採集し，これを *Exocoetus obtusirostris* GÜNTHER と同定している．この稚魚（体長 25mm）では腹鰭の後縁が丸みをおびており，先端がその基底と臀鰭起点の中間中央に達するに過ぎず，同じ大きさの ハゴロモトビウオ幼期とはやや異るが，同氏等は *Exocoetus monocirrhus* をこれと同一種の幼期と推定し *E. obtusirostris* の synonym と考えている．又，NICHOLS and BREDER (1932) はインド洋西部の Mauritius 島採集の体長 36mm の稚魚を検し，その腹鰭が長く先端が臀鰭の前端に達し後縁がほぼ截形を呈する点が上述の東大平洋の標本と異るとしてこれを新種とし *Halocypselus borodini* と名ずけた．ハゴロモトビウオは同じ大きさの *H. borodini* とを比べれば後頭部における体高がやや高く，背鰭と臀鰭とがやや低いがその他の諸特徴はきわめてよく一致している．これらの外 *Exocoetus georgianus* VALENCIENNES がインド洋の 5°S, 90°E から記載されているが GÜNTHER (1866) はこれを *E. monocirrhus* の synonym と考えているようである．ハゴロモトビウオに対してはその分布の点からみて *E. monocirrhus* の種名をあてるべきで，インド洋産の諸種はこれと同一種，或は亜種を異にするものであり，東大平洋産のものはこれらとはやや遠いものとすべきであろう．なお，*E. obtusirostris* は大西洋の標本にもとずいて設けられたものであるが BREDER (1938) も述べているように幼期を通じてひげ状器官は現われない．

BRUUN (1935) がかかげている *E. obtusirostris* の成魚の精密な測定値とハゴロモトビウオ成魚の測定値とを比較するとすべての点で後者は前者の変異の範囲内に含まれる．又，体及び各鰭の色彩に関しても特に差異とすべきものがない．しかし前者では歯が全く欠除しているのに対し後者では両顎に明かな円錐歯群がみとめられること，背鰭起点と側線との間の鱗列数が前者では 7 列を，後者では 8 列を普通とする点はそれぞれの特徴となろう．幼期の形態は前者にひげのない点を除いては両者きわめてよく似ている．

本種はわが邦からは始め筆者 (1950) によつて *E. obtusirostris* として，後に ABE (1955) によつて記載されている．

特徴：*Exocoetus* 属のトビウオ類のうち西大平洋から知られているのは本種とイダテン

トビウオ *E. volitans* LINNÉ とである．これらの両者はいずれもよく似ていて特に成魚は一見識別し難いが各々次に示すような特徴を備えている．( )はイダテントビウオの特徴．

成魚においては背鰭起点と側線との間の鱗列は 8 列 (6 又は 7 列)，両顎には小円錐歯があり (全くみとめられない)，鰓耙数少く 5～6 +19～21 (比較的多く 7～8 +22～27)．尾鰭は長く下葉長は体長の 1/3 に達する (1/4 若しくはそれよりやや長い)．胸鰭は藍黒色で下部の数鰭条は白色，第 1 鰭条先端より鰭の全後縁が白色にふちどられる (下部 3～4 鰭条を除き藍黒色で第 5～6 鰭条以下は後縁が淡色にふちどられる)．

幼期においては体長 5 mm 内外までは卵黄が残存して体が太い (体長 4 mm 内外ですでに卵黄は吸収しつくされ体は細い)．腹鰭基底上方では黒色胞は約 10 列 (8～9 列) をなし，体長 20 mm 内外までは尾柄の下部より臀鰭基底上方にかけて色胞を欠く (15～16 mm までは尾柄の下部若しくは下縁には色胞がない)．胸鰭上の黒色胞は体長 5～6 mm で先づ基部上半にあらわれて次第にひろがり，10 mm 内外ではひろく全面に散在するに至る (10 mm 内外に達した後に先端に近く黒色胞群が現われ 25 mm 内外でようやく基部までひろがる)．腹鰭は 5 mm 内外で臀鰭の前端に達し 35 mm 内外では臀鰭基底の前部まで達するが 50 mm 以上の個体では急に短くなる (体長 5～6 mm で肛門のやや前方に達しその後は次第に短くなり大きな変動をみとめない)．腹鰭上の黒色胞は 5 mm 内外で現われ 10 mm 内外では全体濃黒色を呈するが 40 mm 以上になれば急速に褪色する (15～20 mm の個体でわずかにその散在がみとめられる)．体長 15 mm 内外より後頭部における体高は著しく高くなり 35 mm 内外では体長の 2/7 に達し，同時に頭部前縁の傾斜が甚だ急峻になり 30～40 mm ではカエルウオ類 *Salarias*, etc. にみられるように吻の前縁は垂直に近くなる．このような特異の形態は体長 80～90 mm ではなおかなり著しい (15 mm 内外より体はやや細くなり体高は体長の 1/5 前後，その後特に変化なく成魚に到る)．体長 17～20 mm で下顎縫合部に一本のひげ状器官を生ずる．このひげは 40 mm 内外で最長となり胸鰭基底に達するがその後は成長せず，60 mm 以上の個体ではほとんど脱落している (ひげ状器官は全く現われない)．

生態：本種の稚仔は九州南部，西部のシナ海では夏期しばしば出現する．沖合性のものと思われ，主として沖合における稚魚網曳行又は集魚灯採集によつて獲られる．沿岸の流れ藻などのうちに棲息しているものがみられた例はない．游泳しているものは常に胸鰭をひろげ大きな蝶のような外観を呈する．この海域で漁獲されるカツオ，マグロ，カジキ類などの胃内から発見されることが多い．

成魚はむしろ稀で且沿岸に集合する習性はないらしく，採集されたのはすべて航海中の調査船の甲板に飛来したものである．

分布：大平洋西部にひろく分布しいるものと思われる．

5. *Exocoetus volitans* LINNÉ

イダテントビウオ

Plates 12, 13; Tables 9, 10

成魚の形態 (Pl. 12, fig. A)：成魚の体長 120～165 mm，全長 150～200 mm．薩南諸島，奄美群島，琉球列島沿岸においてその 6 個体が得られた．これらの標本における脊椎骨数 43 又は 44 (24+19, 25+19).

上記の 6 個体における鰭条などの数及び各部分の測定値は次のようである．

背鰭条数 13～15，臀鰭条数 13 又は 14，胸鰭条数 15～17 (前端の萎縮鰭条 1 個を含む)．

背鰭前方の正中線上の鱗数 18～21，背鰭起点と側線との間の鱗列数 6 又は 7，側線と臀鰭起点との間の鱗列数 2，鰓耙数 7～8+22～27.

体長に対する百分比：体高 17.1～19.4，体幅 14.1～15.8，頭長 25.3～28.9；吻長 5.7～6.5．眼径 6.2～7.7，眼後部長 14.0～15.8，眼間径 7.3～9.8，吻端より腹鰭基底までの距離 40.8～44.6，背鰭起点までの距離 62.7～65.3，臀鰭起点までの距離 65.5～69.5；胸鰭長 71.3～73.8，腹鰭長 12.0～13.6；背鰭最長鰭条長 9.1～10.5，臀鰭最長鰭条長 8.7～10.4；背鰭基底長 20.8～23.2，臀鰭基底長 20.3～21.8；尾柄高 6.4～7.4，尾鰭上葉長 18.0～20.1，尾鰭下葉長 25.6～27.5+.

Table 9. *Exocoetus volitans* (LINNÉ)
Measurements and Counts

Serial number Locality & Date collected	KCF 1802 Kusagaki-jima 1950–4–26	KCF 1803 〃 〃	KCF 2771 Okinawa 1952–5	KCF 3014 N 28–50 E 130–05 1953–6–24	KCF 3041 N 22–30 E 124–30 1953–6–11
Sex	♂	♀	♀	♂	♀
Body length in mm	121	153	152	149	164
Total length in mm	148	189	186	180+	207
in per cent of body length:					
Depth of body	18.7	18.3	19.4	17.8	17.1
Breadth of body	15.3	15.1	15.7	14.1	14.6
Head length	26.0	25.5	26.0	25.8	25.3
Snout length	6.2	6.5	6.3	5.7	6.1
Diameter of eye	6.6	6.5	6.7	6.2	6.4
Postorbital length	15.0	14.0	14.5	14.5	14.6
Interorbital width	8.3	9.2	8.0	7.6	7.3
Distance from snout to:					
Ventral	42.8	43.2	40.8	43.6	44.4
Dorsal	65.3	62.7	65.9	64.4	65.1
Anal	66.5	67.5	65.7	65.5	69.5
Pectoral length	72.0	72.5	73.0	73.8	73.0
Ventral length	12.0	12.4	12.2	12.1	13.6
Length of the longest dorsal ray	10.9	10.5	10.5	9.1	9.8
Length of the longest anal ray	9.1	10.4	9.2	8.7	—
Length of dorsal base	23.2	22.2	22.0	20.8	22.5
Length of anal base	21.2	20.3	21.7	21.7	20.8
Depth of caudal peduncle	7.4	7.2	7.2	—	6.4
Length of caudal:					
Upper lobe	18.2	—	—	20.1	—
Lower lobe	25.6	—	25+	22.2+	27.5+
Number of:					
Dorsal rays	ii,13	i,13	ii,12	i,12	ii,13
Anal rays	ii,12	i,12	i,13	i,12	13
Pectoral rays (i+n)	i,14	i,15	i,14	i,14	i,13
Predorsal scales	20	21	18	—	—
Scale rows above lateral line	7	6	6	—	6
Gill rakers	7+22	—	7+23	8+24	8+23
Vertebrae	24+19	—	24+19	24+19	25+19

各標本の個体別測定値を Table 9 にかかげる．

ハゴロモトビウオ *Exocoetus monocirrhus* に比すれば体高低く尾鰭が小さい．吻端と腹鰭基底との距離は後者と臀鰭基底後端との距離にほぼひとしい．腹鰭は短かく頭長はその長さの 1.8～2.2 倍，外縁はやや凹入する．胸鰭は長大で先端は尾柄中央に達する．臀鰭は通常背鰭よりわずかに後方に始り，前者の起点は後者の第 1 ～ 3 鰭条の下方にある．その高さは両者ほとんどひとしいか背鰭の方がわずかに高い．歯は全くこれを欠く．胸鰭基底後方の鱗は前縁はほぼ垂直で全体が後方に尖つた三角形をなし前方に向う 6 ～ 8 個の放射線がある．

色相：体色は多くのトビウオ類と同様である．胸鰭は下部 3 ～ 4 鰭条を除き先端に至るまで藍黒色，第 5 ～ 6 鰭条より下方では後端は淡色にふちどられる．背鰭は一様にやや暗色，臀鰭と腹鰭とは全く無色，尾鰭は全体黒褐色を呈する．

生活史：本種の稚仔は九州沿岸，南西諸島，琉球列島，台湾東方などの 20°N 以北の各水域で約 80 個体採集された．その発育は直達的でハゴロモトビウオにみるような頭部の形態の変化やひげ状器官の出現は起らない．

仔魚期（Pls. 12, 13）：体長 3.9 mm（全長 5.2 mm）においてすでに卵黄の残存はみとめられず体は細く且側扁している．

体長 4.6 mm（全長 5.9 mm），吻端はすでに尖り頭の形態はととのい頭長はすこぶる大で体長はその 3 倍よりわずかに短い．腹鰭基底は体の中央よりわずかに前方に位置を占め，その先端は肛門のやや前方に達するのみ，胸鰭は腹鰭よりも長く先端は後者の基底に達する．臀鰭は背鰭よりも高く，最長鰭条長は前者は後者の 1.3 倍，前者は後者の第 3 鰭条基底下方に始る．尾鰭は下葉がわずかに大きいが後縁は未だ丸い．胸鰭には 8 鰭条がみとめられ，その他の鰭ではそれぞれ定数の鰭条が生じている．

頭部背面は黒色胞でおおわれ，下顎，眼の下部，鰓蓋などにも色胞が散在する．体も尾柄を除いては黒色胞でおおわれ，腹鰭基底の上方では 8 ～ 9 列にならぶ．肩部より背面にかけては特に暗色を示す．鰭条上には色胞をみとめない．

体長 6.7 mm（全長 8.7 mm），頭長は各期を通じ最大で体長はその 2.9 倍，腹鰭と両垂直鰭もこれに伴い後方に移動し前者は体の中央に位置を占めるようになる．体の前部は多少腹方に曲り全体が“へ”の字状をなす．胸鰭の先端は腹鰭の基底を越えるが腹鰭の長さにはほとんど変化はない．尾鰭下葉はかなり突出する．黒色胞の分布は頭部と体側とでは特に変化はない．尾鰭の下葉下部に数個の黒色胞が現われるがその他の鰭にはみとめられない．

体長 10.3 mm（全長 13.3 mm），胸鰭条数は 14 個で定数に近い．頭長はまだかなり大きく体長はその 3.2 倍，腹鰭の起点はなお体の中央にあり両垂直鰭も成魚よりやや後方に偏する．胸鰭の先端は背鰭の起点に達する．尾鰭の下葉は著しく長く後方に突出し鰭の後縁は一斜線をなす．体色の黒色胞の分布には著しい変化はなく尾柄部の下縁にはなお黒色胞を欠く．胸鰭はその先端に近い 1/3 に散在する黒色胞をおびる．尾鰭下葉でも色胞はやや増加する．その他の鰭は無色である．新鮮時には背面背鰭の前方に大きくて顕著な輝斑がある．

稚魚期（Pl. 13）：体長 16.8 mm（全長 22.3 mm），胸鰭条数 16 個で定数に達する．頭は小さくなり体も細くなつて共にほぼ成魚と同様の比長を示す．腹鰭と両垂直鰭も成魚と同様の位置に前進する．胸鰭の先端は背鰭の第 6 鰭条基底に達するが，腹鰭の先端はその基底と臀鰭基底との中間中央にとどまる．背鰭と臀鰭との高さがほぼひとしくなる．体側

の黒色胞は腹鰭基底上方と背鰭起点との中間背側，背鰭及び臀鰭の後半部にはさまれる側面及び尾柄上では拡張し3個の暗色横帯を形成する．その中央のものがもつとも濃色で輪廓も明瞭である．胸鰭の黒色胞群も次第に前方にひろがる．腹鰭の基底附近，背鰭基部の後半などにも色胞の散在がみとめられる．側線前部，その上方などには鱗が出現する．

体長25.3mm（全長32.5mm），一般的な形態には大きな変化はない．胸鰭の先端は背鰭の後部に達し，尾鰭の形態は成魚と同様となる．体側横帯の前方のものは不鮮明となり中央のものもやや狭くなる．胸鰭の黒色胞群は基部近くにひろがり，腹鰭の黒色胞は消滅する．背鰭と臀鰭との基部後半には小黒色胞群が現われる．

未成魚期（Pl. 13）：体長45mm（全長58mm），各部分の比長及び色相はほとんど成魚に異らないが，体側の横帯のうち中央のものは未だみとめられ，背鰭のこれにつづく部分の黒色胞群も残存している．尾鰭は成魚に比べると色が淡い．

体長92mm（全長117mm）のものは形態色相共に成魚と同様である．

上記の各様本の個体別測定値を Table 10 にかかげる．

Table 10. *Exocoetus volitans* LINNÉ
Juvenile
Measurements and Counts

Locality & Date collected	N 22–33 E 123–16 53–5–1	N 22–05 E 124–55 53–4–30	N 19–44 E 123–03 53–5–1	Yaku-I. 52–9–25	N 28–48 E 127–24 55–4–28	N. of Kume-I. 53–4	Amami-Is. 55–4–26
Stage	post-l	〃	〃	young	〃		immature
Body length in mm	4.6	6.7	10.3	16.8	25.3	45.0	84.5
Total length in mm	5.9	8.7	13.3	22.3	32.5	58.0	104+
in per cent of body length:							
Depth of body	23.0	22.8	21.3	17.8	18.2	—	17.4
Breadth of body	16.2	20.4	19.3	16.7	17.4	17.8	15.8
Head length	33.8	35.2	30.5	26.8	28.0	27.8	28.9
Snout length	—	—	—	4.5	3.6	6.0	6.5
Diameter of eye	16.2	13.1	11.8	9.0	8.5	9.3	7.7
Postorbital length	—	15.0	13.2	13.2	14.2	14.6	15.8
Interorbital width	—	10.3	10.6	9.9	10.2	11.2	9.8
Distance from snout to:							
Ventral	48.8	50.0	50.5	44.6	43.5	44.5	44.6
Dorsal	64.7	69.3	68.0	63.6	63.2	66.3	64.7
Anal	68.8	70.5	70.5	66.0	65.2	67.1	67.3
Pectoral length	16.2	25.0	35.3	49.4	53.3	71.2	71.3
Ventral length	14.9	13.6	14.7	11.9	14.2	13.3	13.1
Length of the longest dorsal ray	12.2	11.4	8.1	10.7	11.8	12.2	10.3
Length of the longest anal ray	15.0	15.9	11.8	—	12.6	12.6	9.4
Length of dorsal base	23.0	25.3	25.8	23.2	22.7	23.4	23.0
Length of anal base	20.3	24.4	21.4	20.7	21.5	22.2	21.8
Depth of caudal peduncle	8.1	—	6.6	6.5	6.5	6.5	6.7
Length of caudal							
Upper lobe	—	—	—	14.3	13.1	17.3	18.0
Lower lobe	27.0	31.0	31.0	31.0	28.0	28.9	26.0
Number of:							
Dorsal rays	13	12	15	14	14	14	14
Anal rays	12	13	13	13	14	14	13
Pectoral rays (i+n)	—	10	14	15	14	15	15

本種では採集し得た最小の個体（体長3.9mm）においてすでに卵黄は吸収しつくされている．多くのトビウオ類と同じく頭部著大で，体長6～7mmにおいて最大に達し体長は頭長の約3倍，その後次第に短くなり15～16mmでは成魚と同様になる．腹鰭の位置は

5～7 mm ではほぼ体の中央にあるが，その後前進し 15～16 mm では成魚にひとしくなる．体長 5 mm 以上に達したものはその比長にも著しい変化はない．胸鰭は 5 mm 内外で腹鰭基底上方，10 mm 内外で背鰭の起点，45 mm 内外で尾柄部に達しその長さが成魚にひとしくなる．背鰭は始めは臀鰭より低いが体長 20 mm 内外で両者ほぼひとしくなり，その後は背鰭の方が高くなる．尾鰭が叉形を呈するのは 13～14 mm 内外以後である．

本種ではひげ状器官は現われない．

黒色胞は 5 mm 内外よりよく発達しており，16～17 mm より 35 mm 内外までは体側に横帯がみとめられる．そのうち背鰭と臀鰭との後半部の間にはさまれるものは幅も広く顕著である．胸鰭では体長 10 mm 内外で先端に近く色胞群が現われ次第に前方及び下方にひろがつて体長 30 mm 内外ではその一部は基底附近まで延びる．腹鰭では体長 15～20 mm の個体では少数の色胞が散在しているが間もなく消失する．背鰭及び臀鰭の体側横帯をはさむ部分には小黒斑が現われ，特に背鰭上のものは体長 45 mm の個体にも残存している．

発育は全く直達的で多くのトビウオ類にみられるような複雑な形態の変化はみとめられない．

Bruun (1935) によれば大西洋の *Exocoetus volitans* の卵巣卵は直径 1.7～2.0 mm，附着糸を有せず浮游卵と推定される．

類縁：Bruun (1935) は本種についても地中海及び大西洋の 250 個体にのぼる標本にもとずいてその変異の出現の状態を明かにしているが，わが国とその南方近海のイダテントビウオの諸形質はこれらの標本と大差なく，鰭条数などの組合せ，測定値の分布などにも地方的な特徴と思われるものを認めることができない．一方，Breder (1938) によれば大西洋の本種では吻端と腹鰭基底との距離は後者と背鰭の最後鰭条基底との距離より小さくはないと云うが，Abe (1957) は本邦産のものでは多くはこれに反して吻端より腹鰭基底に至る距離の方が小さい傾向があることを指摘し，西大平洋産のものと大西洋産のものとに多少の差があるのではないかと推定している．筆者の採集測定した標本にも上記の傾向が明かにうかがわれる．西大平洋の本種については Günther (1866, 1910), Bleeker (1866), Weber (1913), Weber and Beaufort (1922), Fowler (1928, 1932) らの記載があり，最近では Abe (1957) が主として本邦東部及び南部水域の本種について詳細に報告している．又，筆者 (1950) は本種の幼期に関しハゴロモトビウオ *E. monocirrhus* と比較しつつ記載した．

本種には *E. evolans* Linné, *E. mesogaster* Jordan et Meek などの synonym があるが，これに関しては Bruun (1935) に従い上記の種名を用いることとした．

本種の幼期に関してはその地中海産のものについて Roule et Angel (1930), D'Ancona (1931) の記載がある．又，大西洋産のものについては Breder (1938) が報告している．そのうち大西洋産のものはイダテントビウオとほぼ同様の特徴を示すが，地中海産のものは卵黄を失う時期の大きさ（6 mm 内外で大量の卵黄を有する），色胞の分布などに多少の差がみとめられる．

特徴：本種とこれに近いハゴロモトビウオとの差異については後者の特徴において詳述したのでここには省略する．

生態：ハゴロモトビウオと同様に沖合性のもので，成魚が採集されたのはほとんど航行中の船舶の灯火に飛来したものである．稚仔も沿岸に出現することは稀である．成魚はハゴロモトビウオより普通にみられるが，稚仔は九州南方近海ではこれより少い．この海域での稚仔の出現期は 4～11 月で 5～7 月に比較的多い．

分布：大平洋及び大西洋，インド洋，地中海の熱帯水域及び暖流域．

6. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (Franz)

ハマトビウオ

Plates 1, 3, 4, 14–18; Tables 11–15

ハルトビ又はカクトビ…伊豆七島
カクトビ…種子ケ島
コシナガ…宮崎，油津

本種はトビウオ類としては最大のもので，漁獲される成魚は普通体長 300～360 mm，全長 400～450 mm に達する．薩南諸島，宮崎県沿岸，東京市場などで採集されたものでは脊椎骨数 50～52 個 (33+17, 34+16, 34+17, 35+16, 35+17).

成魚の形態 (Pl. 14, fig. A)：薩南諸島及び宮崎県沿岸産の 9 個体（♀3＋♂6）における鰭条などの数は次に示す通りである：背鰭条 12～14，臀鰭条 10 又は 11，胸鰭条（前端の萎縮鰭条を含み）15～17，背鰭前方の正中線上の鱗数 43～46，背鰭起点と側線との間の鱗列数 7 又は 8，側線と臀鰭起点との間の鱗列数 3，鰓耙数 4～7＋12～16＝18～21.

体長を 100 とすれば体高 14.5～17.8，体幅 10.9～14.3，頭長 19.7～21.9；吻端より背鰭起点までの距離 72.5～75.4，臀鰭起点までの距離 78.1～81.5，腹鰭基底までの距離59.4～62.2；胸鰭長 68.5～73.5，腹鰭長 26.3～28.8，尾柄長 7.5～10.6，尾柄高 5.4～6.0，背鰭最長鰭条 10.2～11.9，背鰭基底長 14.4～16.8，臀鰭最長鰭条 5.7～7.8，臀鰭基底長 9.7～13.3，尾鰭上葉長 17.5～19.1，下葉長 26.0～27.0；吻長 6.2～7.0，眼径 5.1～5.9，眼後部長 9.2～10.3，眼間径 6.9～7.8．これらのうち♀♂各 3 個体の個体別測定値を Table 11 にかかげる．

Table 11. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (Franz)
Measurements and Counts

Serial number	KCF 1769	KCF 1770	KCF 1773	KCF 1329	KCF 1795	KCE 532
Locality &	Aburatsu	〃	〃	Yaku-I.	(Tokyo)*	Koshiki-Is.
Date collected	1950–1–31	〃	〃	1949–5–12	1950–4–10	1948–3–15
Sex	♂	♂	♂	♀	♀	♀
Body length in mm	320	320	340	345	350	357
Total length in mm	398	408	430+	425	415+	440
in per cent of body length:						
Depth of body	17.5	17.5	17.6	14.5	16.8	15.7
Breadth of body	14.1	13.1	14.1	11.6	12.3	12.3
Head length	21.6	21.9	21.4	20.9	19.7	20.2
Snout length	6.9	6.9	6.8	6.4	6.3	6.2
Diameter of eye	5.9	5.9	5.9	5.5	5.1	5.2
Postorbital length	9.7	10.0	10.0	9.6	9.6	9 2
Interorbital width	7,5	7,5	7,6	6,9	6,9	7,0

Distance from snout to:						
Dorsal	75.0	72.7	74.5	75.4	72.5	72.8
Anal	80.0	81.2	80.3	80.3	78.6	79.7
Ventral	60.5	62.2	60.3	59.5	61.5	60.7
Pectoral length	68.5	68.7	68.5	72.5	70.0	72.8
Ventral length	21.9	26.3	27.2	27.5	28.0	26.8
Length of the longest dorsal ray	10.9	10.6	11.5	11.6	11.1	9.8
Length of the longest anal ray	6.6	7.8	6.2	7.5	5.7	5.9
Length of dorsal base	14.7	15.9	14.4	14.5	15.1	16.8
Length of anal base	10.0	10.9	9.7	9.9	10.6	13.3
Depth of caudal peduncle	5.9	5.9	5.6	5.8	5.4	5.6
Length of caudal:						
Upper lobe	18.1	19.1	17.5	18.5	—	—
Lower lobe	26.8+	25.9+	24.4+	27.0	—	—
Number of:						
Dorsal rays	13	13	12	13	13	14
Anal rays	10	11	10	10	10	11
Pectoral rays	14	14	16	14	15	15
Predorsal scales	45 ca	46	45	45	45	43
Scale rows above lateral line	8	8	8	7	7	—
Gill rakers	6+15	5+15	7+14	6+15	—	4+16
Vertebrae	—	—	—	—	—	50

* obtained from the marcket.

Cypselurus 属のトビウオ類としては体が細く，頭部も比較的小さく且低い．体長は頭長の 5 倍内外，頭長は頭高の 1.6 倍 にあたる． 胸鰭の先端はたためば背鰭基底の後部に達する．第 3 鰭条(前端の 萎縮鰭条を除き) が最も長く第 1 鰭条の 1.6 倍にあたる．腹鰭基底と尾鰭中央鰭条先端との距離は前者と眼の後半部，又はそのやや後方との距離に ひとしい．第 2 鰭条が最も長く先端は臀鰭の後半部に達する．背鰭基底長は臀鰭基底長の 1.3～1.5 倍，臀鰭の第 1 鰭条は背鰭の第 3 ～ 5 鰭条(多くの個体では第 4 鰭条) の下方に位置を占める．背鰭は臀鰭よりもはるかに高い． 尾鰭の鰭膜上には先端に至るまで微小鱗をおびる．両顎歯は円錐形で上顎には 1 列，下顎では縫合部の附近では 2 ～ 3 列，側方では 1 列にならぶ．口蓋骨には 歯がない． 口裂後端は 後鼻孔の直下に達する． 胸鰭基底後方の鱗は ほぼ菱形で，後方の隅角部には小凹入部がある． 核はほぼ中央にあり前方に向う 5 ～ 6 個の放射線を有する．

色相： 体色は多くのトビウオ類と同様で著しい特色はない．胸鰭は代表的なものでは下方の 3 ～ 4 鰭条間を除き大部分が暗色で，後端には瞳孔径にひとしいかそれよりもやや狭い淡色縁を残す．下方の淡色部より上方第 5 ～ 6 鰭条に達するほぼ鰭の後縁に平行な 輪郭の明かでない淡色帯が鰭の中央を走る． これらの斑紋は個体によつては不明瞭なものがあり，特に漁獲後時を経たものでは特徴を失つていることが多い． 背鰭の中央 4 ～ 7 鰭条間は先端に至るまで暗色を呈する． 腹鰭は大部分淡色で第 2 ～ 5 鰭条の基底部に近い 2/3 がわずかに色胞をおびるのみである． 臀鰭は淡色，尾鰭は一様に暗色を呈する．

生活史： 1956 年 1 月 12 日 夜，宮崎県日南市沿岸，宮ノ浦沖で本種の人工受精を行い，孵化後 38 日，全長最大 20.1 mm に至るまで飼育をつづけ，その卵内発生及び稚仔の初期発育過程を明かにすることができた． 天然の幼期標本としては主として東シナ海で採集された体長 7.5～25.5 mm(全長 9.2～33.0 mm) の 27 個体及び阿部宗明博士が伊豆諸島海域で採集された体長 38.5～104.5 mm (全長 48.0～121.5 mm) の 12 個体を観察することができた．

卵（Pl. 1, fig. C）．上記の人工受精を行つた熟卵は直径 1.95～2.10mm（10 個測定），油球なく，卵膜表面には半球面上に 28～39（6 個測定）の附着糸が不規則に生ずる．

Table 12. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ)
Number of Ripe Ovarian Eggs

Body length	Number of Eggs		
	Right Ovary	Left Ovary	Sum
340 mm	7,120	9,002	16,147
374 mm	13,250	13,112	26.362

抱卵数は Table 12 に示すように体長 340mm 及び 374mm（全長 423 及び 467mm）の 2 個体でそれぞれ約 16,000 個及び 26,000 個であつた．

卵内発生（Pls. 3, 4）：人工受精時の水温は 18°C，その後輸送中に次第に降下し 14～16°C に至つたが 12 時間後より 19°C の恒温孵化槽に移し，更に 5 日目以後は水温を 22°C とし，終始ゆるやかに送気しつつ哺育した．

卵内発生の経過はおおむね次のようである．受精後 2.5 時間で胚胞隆起し，9～12 時間で第 1～3 分割，18～25 時間で桑実期，25～30 時間胞胚期，30 時間後より嚢胚形成が始り，35 時間内外で胚楯が明かとなる．50～53 時間後には胚盤は卵黄の 2/3 をおおい原条をみとめる．55～60 時間で胚体が明かとなり KUPFFER 氏胞を生じ，63～64 時間で原口が閉鎖すると共に眼胞が現われる．73 時間後には 12 個内外の筋肉節を生じ 78 時間にして 17～18 個に達する．この頃より発生の遅速の差が著しくなる．75～78 時間で KUPFFER 氏胞は消失する．80～85 時間では眼胞及び耳嚢は形成を終り頭部及び体の中央部に黄色胞を生ずる．95～100 時間で眼球及び心嚢形成，早い個体では 106 時間で心臓の運動がみとめられる．120～140 時間で血液の流動が盛となり，150 時間後には先ず胸鰭が，つづいて腹鰭が出現，胚体は卵内で盛に活動する．9～10 日後には胚体は完全に卵内を一周する．黒色胞は頭部より次第に体側に発達し，12～13 日目には虹胞も現れる．受精後 14 日目及び 15 日目にはほとんどすべての卵が孵化する．

Table 13. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ)
Time of Hatching

14–15th day after fertilization		15–16th day after fertilization	
Time (o'clock)	Number of Hatching	Time (o'clock)	Number of Hatching
12–17	34	12–17	11
17–18	4	17–19	258
18–19	358		
19–21	33	19–23	200
21–23	7		
23–09	0	23–09	0

孵化：孵化に当つては卵径はやや膨み全体不整形となり，胚体は烈しく運動し遂に卵殻を破つて一挙に迸出する．孵出孔は不規則な裂孔状をなす．

孵化は日没後に限つて行われる．すなわち日没前 2 ～ 3 時間，胚体にすでに烈しく呼吸し，活発に運動するのがみとめられるにもかかわらず日没までは全く孵化するものなく，午後 4 時頃（1 月の）に至つて孵化を開始する．そして Table 13 に示すように室内の照明のない自然状態の薄暮より全く暗黒となる午後 8 時までに大部分が孵出，おそいものも午後 11 時以前に孵化を終り，このときまでに孵らなかつたものは次の日の日没を待つて孵化し始める．

仔魚期（Pls. 14–17）：孵化直後の仔魚は全長 4.6～5.8 mm（10 個体測定），頭は短く吻端は円く体長は頭長の 5.3～5.5 倍，卵黄はかなり残存し腹部での体高は腹鰭基底における体高の 2.0～2.2 倍，各鰭は膜鰭状で背鰭，臀鰭は共に低くその基底の中央部には数個の鰭条原基がみとめられる．尾鰭はやや背方に曲り 8 ～ 9 個の鰭条原基をおびる．胸鰭と腹鰭とは共にウチワ状で鰭条原基は未だ発達していない．

孵化した仔魚は緩かに通気した水温 20～22C° の飼育槽で飼育をつづけた．

孵化後 1 ～ 2 日で卵黄の吸収を終り体長 5.5～6.0 mm（全長 6.2～6.7 mm）に達する．前期仔魚期を通じて多くの個体では全体乳白色で，腹鰭基底上方には 6 ～ 7 列，背鰭と臀鰭との間には 5 ～ 6 列の色胞がならび，後頭部より背鰭の前端までに正中線両側に沿い 14～17 個の色胞がならぶ．尾鰭には小色胞が散在し，腹鰭にも数個の色胞があるがその他の鰭は無色，これらの色胞はやや衰弱した個体では開張して全体が淡黒色を呈する．

孵化の翌日より用意した brine shrimp 幼生を投餌した．

孵化後 5 日，後期仔魚期に入り体長 5.8～6.0 mm（全長 6.8～7.2 mm）に達する．吻も下顎も発達し頭の前端は次第に尖る．体長は頭長の 4.3～4.5 倍，背鰭，臀鰭，腹鰭の鰭条は定数に達し胸鰭にも 6 ～ 7 鰭条がみとめられる．胸鰭上にも僅数の色胞が現れる．

孵化後 10 日，体長にはかなり差を生じ 6.0～7.4 mm（全長 7.0～8.8 mm）．胸鰭の先端はその基底と腹鰭基底の中間ほぼ中央に，腹鰭の先端は臀鰭基底の前端に達する．両対鰭共に基底に近い部分を除きひろく色胞におおわれるに至り，背鰭上にも色胞群が現れる．

その後成長の差はますます著しくなるが，順調に発育したもの孵化後 15 日で全長 10 mm 内外，25 日で 15 mm 内外（特に大きいものは 19 mm に及ぶ），孵化後 30 日で 20 mm 内外に達する．

体長 8.8 mm（全長 10.3 mm，孵化後 14 日），胸鰭はほぼ腹鰭基底に，腹鰭は臀鰭の前部に達し，尾鰭後縁の中央はやや凹入し始める．背鰭はなお臀鰭よりかなり低く，その上半部は色胞におおわれる．

体長 11.7 mm（全長 14.1 mm，孵化後 24 日）．腹鰭は臀鰭の中央部に達し，尾鰭下葉は上葉よりやや大きくなる．腹鰭より前方において頭部背面を除いて色胞がほとんど退化消失し，肛門より後方においては体側中央に色胞が集合し縦帯を形成し始める．この縦帯の上方及び下方に各 1 色胞列があり，更に背鰭前端より尾柄の背面にかけて，背鰭基底とその後方の正中線両側に約 20 個の色胞がならぶ．生時には体は半透明でシラスのような外観を呈する．

体長 14.9 mm（全長 18.2 mm，孵化後 31 日），下顎先端が肥厚しやや突出するがひげ状器官は未だ明かでない．背鰭は臀鰭と高さがほぼひとしくなる，

天然産の後期仔魚も飼育したものとほぼ同様の形態を示す．体長 15 mm（全長 18 mm）内外に達したものでは下顎端は肥厚し，その下面の両側にひげ状器官の原基として一対の瘤状突起がみとめられるようになる．

稚魚期（Pls. 17, 18）：体長 16.8 mm（全長 20.1 mm，孵化後 32 日），胸鰭条も定数の 16 個（前端の萎縮鰭条を含む）に達し，先端は腹鰭基底に至る．腹鰭の先端は臀鰭の後端に達する．腹鰭より前方では側線上に鱗がみとめられる．下顎先端の肥厚した部分の両側下面に小さい一対のひげ状器官が現れる．眼の後方，胸鰭及び腹鰭の基底，両者の中間ほぼ中央などに色胞群を生じ，これらの色胞群は前後にならぶ 3 横帯をなす．胸鰭と腹鰭との後部の色胞は後縁を除いて消失する傾向がみられる．

Table 14. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ)
Reared Juvenile

Measurements and Counts

Stage	Newly hatched	24 hours	2 days	5 days	10 days	14 days	24 days	31 days	32 days
Body length in mm	5.0	5.1	5.6	6.0	7.1	8.8	11.7	14.9	16.8
Total length in mm	5.7	6.0	6.7	7.2	8.6	10.3	14.1	18.2	20.1
in per cent of body length:									
Depth of body	25.3	19.8	18.5	19.3	17.0	17.5	17.2	15.7	15.0
Breadth of body	—	13.6	13.8	13.1	12.3	—	14.5	11.7	12.2
Head length	19.0	22.9	20.2	22.3	23.3	23.8	23.9	22.6	21.8
Snout length	—	—	—	—	—	5.8	5.8	5.7	5.9
Diameter of eye	10.1	9.9	8.9	9.0	7.0	7.9	8.6	8.0	7.9
Postorbital length	—	—	—	—	11.9	11.3	10.6	11.2	11.0
Interorbital width	—	—	—	—	6.3	6.3	7.9	9.8	6.7
Length of barbel	—	—	—	—	—	—	—	—	2.6
Distance from snout to:									
Ventral	44.0	53.6	52.5	53.3	51.5	52.5	55.2	55.2	56.2
Dorsal	—	—	—	66.8	69.8	69.5	68.0	68.7	69.3
Anal	—	—	—	68.2	71.0	70.6	73.5	73.0	72.6
Pectoral length	—	—	—	17.5	26.4	27.5	35.0	35.6	37.2
Ventral length	—	—	—	10.8	21.4	20.6	27.6	28.2	29.3
Length of the longest dorsal ray	—	—	—	8.7	6.9	6.9	—	12.6	—
Length of the longest anal ray	—	—	—	6.0	9.4	13.8	20.8	22.1	21.7
Length of dorsal base	—	—	—	20.5	22.6	18.8	9.2	11.0	—
Length of anal base	—	—	—	16.9	17.6	16.3	16.0	14.7	16.5
Depth of caudal peduncle	—	—	—	5.6	6.5	6.9	6.3	6.8	5.9
Length of caudal:									
Upper lobe	—	—	—	—	—	—	19.0	17.2	—
Lower lobe	—	—	—	20.2	18.9	20.0	22.1	23.9	22.6
Number of:									
Dorsal rays	—	—	12	13	13	13	13	13	13
Anal rays	—	—	11	11	10	10	11	10	11
Pectoral rays (i+n)	—	—	5	7	10	10	13	13	15

飼育の後期には垂直鰭，特に尾鰭の発育が不整となり，これらの鰭を失つて斃死するものが続出した．しかしひげ状器官の発生は体長 15.5 mm（全長 19 mm）以上に達した 5 個体でこれをみとめることができた．

天然産の稚魚では全長 20～22 mm のものでは一対のひげ状器官が出現する．体長 22.5 mm（全長 33 mm，水分を失いかなり縮少）の一標本では，下顎縫合部にやや下方に向う短い骨質の突起がみとめられ，その下面両側のひげ状器官は前端で相連る．

体長 38.5 mm（全長 48 mm），体はトビウオ類幼期としては著しく側扁する．下顎端はツマリトビウオ属 *Parexocoetus* にみられるように短い嘴状をなし，ひげ状器官は左右各片が

合して一個の広い膜状をなす．その長さはほぼ眼径にひとしく後縁は各側それぞれ 7～8 個に細裂する．胸鰭の先端は背鰭起点を越え，腹鰭先端は尾柄上に達する．背鰭はその中央部の鰭条が延びて著しく高まりツマリトビウオ属の如き外観を呈し倒せば先端は尾鰭前部に達する．体側中央には胸鰭及び腹鰭の基底の中間ほぼ中央に始り尾柄端に達する縦帯が明瞭となる．腹面には腹鰭基底より前方に 3 個の色胞群が横帯をなす．胸鰭には前部中央に一黒斑があり後部には色胞が散在し，腹鰭では第 2 鰭条より後方はやや暗色を呈する．背鰭には基底部と先端部とにわずかに色胞が散在する．臀鰭は無色，尾鰭は下葉前半に色胞群を有する．

体長 62mm（全長 79mm），ひげ状器官は更に発達し後方に圧すれば眼の後縁に達する．背鰭は更に高くなり倒せば尾鰭上葉中央部に及ぶ．体側中央の縦帯は前方は胸鰭基底部より始り尾柄後端に達する．腹面では腹鰭後方には更に 4 個の色胞群が現われ腹鰭前方のものを加えて 7 横帯をなす．胸鰭は前部中央，後部下方，上端の後縁部がそれぞれ暗色を呈し，腹鰭は不規則な濃淡はあるが全体暗色を示す．背鰭は中央より上方は黒く基底部附近にも色胞が散在する．臀鰭も大部分暗色，尾鰭には特に変化はない．ひげ状器官の膜状突起の上にも色胞が散在する．鱗は全く体表を被う．

体長 92mm（全長 114＋mm），ひげ状器官は圧すれば眼の前縁に及ぶ．胸鰭先端は背鰭基底の後端に達しほぼ成魚にひとしくなるが，腹鰭は成魚よりも遙かに長く尾鰭下葉上に達する．体色には著しい変化はないが胸鰭では後方の暗色部が上方に延びて巾の広い暗色帯をなし，前部の暗色斑は不明瞭となる．腹鰭は前部及び基底部より褪色し始るが第 3～6 鰭条間はなお黒色を示す．背鰭は前後両端を除いては大部分黒く臀鰭も暗色，尾鰭下葉の前部と後端とには明瞭な暗色斑が現れる．

Table 15. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ)
Juvenile
Measurements and Counts

Locality & Date collected	Hachijo-jima 1953–2–19	Near Izu-Oshima 1953–5–20	〃 〃
Stage	young	〃	〃
Body length in mm	38.5	62.0	92
Total length in mm	48.0	79.0	114+
in per cent of body length:			
Depth of body	14.3	13.2	13.4
Breadth of body	11.7	12.1	11.9
Head length	20.8	20.7	19.6
Snout length	5.7	5.8	6.0
Diameter of eye	7.3	6.5	6.1
Postorbital length	9.1	8.9	9.8
Interorbital width	6.5	7.4	7.1
Length of Barbel	6.5	13.1	12.5
Distance from snout to:			
Ventral	56.1	55.8	59.0
Dorsal	72.6	71.0	74.0
Anal	77.6	74.3	77.0
Pectoral length	54.5	61.3	69.5
Ventral length	38.4	41.3	44.5
Length of the longest dorsal ray	24.2	25.0	27.1
Length of the longest anal ray	11.7	12.1	12.0
Length of dorsal base	18.2	17.0	16.9
Length of anal base	11.8	12.9	12.0
Depth of caudal peduncle	7.3	6.5	6.5

Length of caldal:			
Upper lobe	14.6	16.6	16.8
Lower lobe	27.3	29.0	28.5+
Number of:			
Dorsal rays	13	13	13
Anal rays	—	10	10
Pectoral rays (i+n)	i,13	i,14	i,13

上記の各標本の個体別測定値を Tables 14, 15 にかかげる.

未成魚期：Abe (1954) によれば体長 165mm (全長 ca. 200mm) の未成魚ではひげ状器官はすでに脱落しているが下顎先端はなおやや突出する. 背鰭はかなり高くその先端は倒せば尾鰭上葉の前部に達する. 胸鰭は前半は暗色, 中央には斜走する幅が眼径にひとしい淡色帯があり, その後方は黒色, 後縁上部は淡色にふちどられる.

類縁：Franz (1910) が *Exocoetus lineatus japonicus* として簡単に記載した ものは鱗列数及び鰭条数, 大型に達する点などからみて本種と推定される. その後 Tanaka (1913) はトビウオ *Cypsilurus agoo* (T. et S.) として本種について記載している. 最近 Abe (1954) は *C. pinnatibarbatus japonicus* として幼期を含め本種の詳細な記載を発表した.

Hubbs and Kampa (1946) は *Cypselurus* 属において, 脊椎骨数が 49～50 個 以上に達し, 背鰭前方の鱗列数が 40～46, 背鰭条数と 臀鰭条数の差が 通常 1 乃至 2 で 後者は 前者の第 3 ～ 4 鰭条下に始り, 幼期には 背鰭は高く 帆状をなし 1 個の 広くて 縁辺細裂した ひげ状器官を有するものを一亜属として他の諸種とわかち, これに Lowe が 大西洋産の *C. pinnatibarbatus* (Bennett) の幼期に与えた属名 *Cheilopogon* をあてている.

西部大平洋及びインド洋産でこれらの特徴を備えるものとして先ず *C. solandri* (Valenciennes) があげられる. *C. solandri* はひげを有する幼期の標本が採集されているのみであるが, その諸特徴はハマトビウオにきわめて近く, ただ背鰭と臀鰭との鰭条数の 組合せ (D. 11, A. 10) が異つているのみである. 次に *C. altipennis* (Valenciennes) は Bleeker を始め多くの著者によつて他のトビウオ類と混同されているようであるが, Bruun (1937) は Cuvier et Valenciennes の type specimen を再検討して, その背鰭前方の正中線上の鱗列数 (42), 鰭条数 (D. 13, A. 12) などからみて, これを大西洋産の *C. lineatus* (V.) に近縁のものとしている. これらの外に筆者は西南大平洋 (1° 22′ S, 125° 53. 5′ E) で本種に近いが 中央部のみが著しく 伸長したひげ状器官を 持つ稚魚を 採集している. これらの各種の関係は大平洋西部ならびにインド洋産の多数の 標本を比較しなければ決定し難い. 次に *C. californicus* (Cooper) は北大平洋中東部における *Cheilopogon* 亜属を代表するものであるが, Schultz 等 (1953) が測定した約 150 個体において背鰭条 9 ～12 (そのうち, 10, 11 がもつとも多い), 臀鰭条 9 ～11 (大部分は 9 又は 10) である点が本種と異つている. しかし Hubbs and Kampa (1946) の記載している前期仔魚及び稚魚は上記の鰭条数を除いてはハマトビウオの幼期に酷似している. 又, Hubbs らによれば以上の外に南大平洋東部にも本亜属に属せしめるべき別の一種を産するという.

大西洋産の *Cheilopogon* 亜属の代表としては, *C. pinnatibarbatus pinnatibarbatus* (Bennett) (=*C. lineatus* (V.)) があり, これについては多くの著者が記載している.

特徴：成魚は背鰭前方の正中線上の鱗数がはなはだ多く 40～46 個に達すること, 臀鰭条

数 10 又は 11 個で背鰭の第 3 ～ 4 鰭条基底より前方下で始ること，脊椎骨数も多く 50～52 個を数えること，トビウオ類としてはもつとも大型で全長 40～50 cm のものを普通とすることなどを特徴とし，*Cypselurus* 属の本邦産の他種と混同されるおそれはほとんどない．

卵は附着糸を全表面より生ずるトビウオ類としては普偏的な型に属するが，本邦産のこの型のトビウオ類卵のうち知られているものに比すれば卵径が大きく附着糸の数がかなり多いことがあげられる（2 mm 内外，半球面上に 28～39 個）．一方本邦附近で晩秋から春にかけて産卵するトビウオ類としては本種とトビウオ *Prognichthys agoo* とがあげられるのみであり，後者では卵径がやや小さく（1.4～1.6mm），附着糸も少い（半球面上に 15～38 個，多くは 15～25 個）ことによつてこれを分つことができるから査定は困難ではない．

仔魚期の特徴としては体が細く頭部が比較的小さいこと，その他体側の色胞の排列などがあげられるに過ぎないが，各鰭の鰭条が明かとなれば鰭条数も特徴に加えることができる．卵と同じくトビウオの稚仔と同時に現われることが多く両者は一見識別し難い．この差異についてはトビウオ幼期の記載に譲ることとする．

稚魚期には背鰭が高くなりひげ状器官が現れるが，全長 20 mm 内外まではこれらの特徴もほぼ同じ大きさのトビウオと同様で混同され易い．しかし全長 30 mm に達したものではひげ状器官は明かに本種の特徴を示し巾広く縁辺の細裂した 1 個の膜状突起を形成する．

未成魚期にも背鰭はなお著しく高いが，鱗列が完成しているので成魚と同じくこれによつて他種と分つことができる．

生態：成魚は九州南東部，鹿児島県及び宮崎県の太平洋沿岸では 11～2 月に群来し，主として 12 月及び 1 月に産卵する．産卵期の漁場の水温は漁期の始めには 21°C 内外，1～2 月には 18°C 内外となる．薩南諸島では種子島東方沖合で 1～4 月に漁獲がみられ，2 月中旬より 3 月までを盛漁期とする．八丈島では 3～4 月を漁期としこの時期に熟卵がみられるという．

本種の稚仔はシナ東海沖合で全長 9～25 mm のものが 3～4 月に多数採集された．大型の稚魚や未成魚は九州近海では採集されていないが，全長 80～126 mm のものが八丈島で 5 月にかなり多数採集されている（Abe (1954) による）．

上記のシナ東海の稚仔の約 70 % は 1955 年 3 月 28 日奄美大島西方 28°48′N, 127°47′E において顕著に発達した潮目上で多数のトビウオ稚仔と共に採集された．

水槽中に飼育した稚仔は常に胸鰭及び腹鰭をひろげて主として表層近くを游泳する．しかし飼料を与えれば，ホソトビ，アリアケトビウオなどでみられるように表層でも中層でもよくこれを摂る．体色は前期仔魚期にはやや黄色，淡黒色などを呈するものがあるが，一般に乳白色，成長したものでは半透明でシラス様の外観を呈する．胸鰭，腹鰭及び背鰭も乳白色で暗色部は淡紫色をおびる．ひげ状器官は生時には赤色を示すという．

分布：房総半島以南の本邦太平洋沿岸，稚魚の分布からみて九州南西諸島沿岸にもこれを産するものと思われる．九州西岸，本州日本海沿岸などでは稀のようである（山口県仙崎で採集された例がある）．

7. *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKER)

カラストビウオ

Plates 19–21; Tables 16, 17

アカバネ…沖縄

体長 300 mm, 全長 375 mm に達するやや大型のトビウオ類である. 九州近海で採集された標本における脊椎骨数は 45 又は 46 (30+15, 30+16), 稚魚及び未成魚を含めた 5 標本における鰭条などの数は次のようである: 背鰭条数 12～14, 臀鰭条数 9～10, 胸鰭条数 (前端の萎縮鰭条を含め) 13～16, 後頭部より背鰭起点までの正中線上の鱗数 34, 背鰭起点と側線との間の鰭列数 7, 側線と臀鰭起点との間の鱗列数 3.

成魚の形態 (Pl. 19, fig. A): 屋久島産の体長 295 mm, 全長 375 mm の 1 個体における各部分の測定値は体長の百分比を以て示せば次のようである: 体高 19.3, 体幅 13.6, 頭長 23.7; 吻端より背鰭起点までの距離 71.3, 臀鰭起点までの距離 80.0, 腹鰭基底までの距離 60.6; 胸鰭長 47.5, 腹鰭長 23.7, 最長背鰭条 12.9, 最長臀鰭条 6.8, 背鰭基底長 17.0, 臀鰭基底長 10.5, 尾柄高 7.5, 尾鰭下葉長 27.1+, 吻長 7.1, 眼径 6.6, 眼後部長 10.9, 眼間径 9.8. 一般的外形はこの属の多くのトビウオ類と同様であるが背鰭がやや高く眼が大きい. 腹鰭基底の前端と尾鰭中央鰭条後端との距離は前者と前鰓蓋骨後縁との距離にひとしい. 胸鰭の先端は背鰭基底の後部に達し, 腹鰭の先端は臀鰭の前部に至る. 臀鰭は背鰭の第 6 鰭条基底の下方に始る. 両顎歯は三尖形で各側に小歯帯を形成する. 口蓋骨にも一列の歯を具える.

色相: 多くのトビウオ類とほぼ同様であるが, 胸鰭の大部分は藍黒色で第 4 鰭条以下の後端と下方 2～3 鰭条間に幅の狭い淡色縁を残す. 腹鰭は基底部と各鰭条の上半が暗色, 背鰭は全体やや暗色で第 2～11 鰭条間は顕著な藍黒色をおびる. 臀鰭は淡色, 尾鰭は一様に濃黒褐色を呈する.

Table 16. *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKER)
Measurements and Counts

Serial Number	KCF 1874	KCF 3934	KCF 3935
Locality &	Yaku-shima	Coral Sea	〃
Date collected	1950–7–1	1954–11–14	〃
Sex		♂	♀
Body length in mm	295	294	290
Total length in mm	375	355+	355+
in per cent of body length:			
Depth of body	19.3	21.4	21.0
Breadth of body	13.6	14.9	15.5
Head length	23.7	24.8	25.8
Snout length	7.1	7.8	8.1
Diameter of eye	6.6	7.0	7.3
Postorbital length	10.9	11.6	11.9
Interorbital width	9.8	8.8	9.0

Distance from snout to:			
Dorsal	71.3	71.8	71.8
Anal	80.8	79.6	81.5
Ventral	60.0	59.5	60.8
Pectoral length	47.5	67.0	68.0
Ventral length	23.7	25.5	26.0
Length of the longest dorsal ray	12.9	12.9	10.0
Length of the longest anal ray	6.8	7.1	7.1
Length of dorsal base	17.0	17.7	19.3
Length of anal base	10.5	10.5	10.3
Depth of caudal peduncle	7.5	6.8	7.1
Length of caudal:			
Upper lobe	—	18.0+	20.6+
Lower lobe	27.1+	23.5+	25.2+
Number of:			
Dorsal rays	i,13	i,11	i,13
Anal rays	i, 9	i, 9	i, 8
Pectoral rays (i+n)	i,12	i,12,i	i,12
Predorsal scales	34	29	29
Scale rows above lateral line	7	7	8
Gill rakers	—	—	6+17
Vertebrae	30+16	—	—

この標本は BLEEKER (1866–72) の記載に比すれば頭長，体高がやや大きいがその他の点ではほとんど一致し，WEBER and BEAUFORT (1922) の *C. bahiensis* に比較すれば背鰭前方の鱗列数がやや多い (30 に対して 34) 点が異るのみであるから本種と同定することとした．

生活史：本種の幼期と思われるものは 24°N 以北の九州南方近海，屋久島，熊本県天草などで全長 10～108 mm の 9 個体が得られた．

仔魚期 (Pl. 19)：体長 8.9～9.0 mm (全長 10.4～10.6 mm) では胸鰭条が定数に 2 ～ 3 個足りないのを除けば各鰭とも定数の鰭条を持つ．体は ハマトビウオなどの幼期のように細いが頭は比較的大きく体長は 頭長の 4 倍，胸鰭は腹鰭基底上方に，腹鰭は臀鰭の前部に達する．尾鰭の下葉は拡がつているが後縁は未だ叉入していない．下顎縫合部は肥厚しツマリトビウオ *Parexocoetus* 幼期などにみられるように突出し一対のひげ状器官を有する．ひげ状器官は平紐状で先端は次第に細くなり眼の後縁に達する．その外縁 (後縁) に沿い低い膜質縁を有する．

多くのトビウオ類のように後頭部と腹部の皮下には色胞が発達する．体側の色胞はきわめて疎に散在し腹鰭上方で 2 ～ 3 列を数えるに過ぎず，尾部では背鰭と臀鰭との 基底に沿い各々 1 列，その中間の体側中央に 1 列がならぶのみである．胸鰭及び腹鰭の後半部も色胞におおわれる．尾鰭下葉の下部には明瞭な一黒色縦線をおびる．

稚魚期 (Pls. 19, 20)：体長 32.0 mm (全長 42.0 mm) では体は細く頭長はほぼ成魚と同様となる．鰭条数ももとより定数に達している．下顎縫合部のひげ状器官は著しく発達してその長さは体長の 7/8 に達し後述するような構造を備えるに至る．胸鰭の先端は背鰭基底に達し成魚と同じくその第 2, 3 鰭条 (前端の萎縮鰭条を含まず) が最長となる．腹鰭の先端は尾柄上に達する．背鰭はツマリトビウオ，ハマトビウオなどの幼期と同じく高く帆状を呈し，後方に倒せば先端は尾鰭前部に達する．その中央部の鰭条がもつとも長く背縁は凸出して弧状を呈する．体の背面に色胞が散在し腹鰭より後方では体側にも散在する色胞がある．特に体側中央では縦帯状の色胞列が明かである．胸鰭は最下方数鰭条間を除い

ては広く色胞におおわれ，腹鰭は鰭条に沿つて不規則な斑紋をおびる．背鰭は最後部の下半を除けば色胞におおわれほとんど暗色を呈する．臀鰭および尾鰭下葉もわずかに色胞をおびる．

体長 41.2 mm（全長 51+mm）ではすでに鱗の発達がみられる．ひげ状器官は著しく長くなり体長の 1.1 倍に達する．体側には胸鰭基底，腹鰭基底，両者の中間のほぼ中央部，背鰭前部の下方，臀鰭基底の上方にそれぞれ暗色横帯がならび，その第 3 帯以下は体側中央を過ぎる縦帯によつて連ねられる．背鰭は上半部に色胞が発達し臀鰭は後端部下方が暗色を呈する．胸鰭には最前部の鰭条の中央より後方にひろがる一黒色斑があり，これより斜下方に下方の鰭条中央に連る色胞帯が走る．この斜走帯は鰭を閉じれば体側の第 2 横帯に連る．この色帯の後方にこれに平行した不明瞭な斜走帯があり，鰭の後端は暗色にふちどられる．腹鰭には最初の鰭条中央に発し最後の鰭条中央に終る一斜走帯，その外方にこれに平行する 2 帯があり縁辺は暗色を呈する．これらのうち最初の斜走帯は鰭を後方に閉じると体側の第 4 横帯に重る．

体長 84 mm（全長 108 mm）では各部の比長はすでに成魚に近い．背鰭はなお比較的高く，第 5～5 鰭条の先端は圧すれば尾柄後部に達する．ひげ状器官後端はほぼ腹鰭基底に至る．その構造には著しい変化はみとめられない．胸鰭の大部分は黒色で第 2～3 鰭条間の鰭膜上に 4 個の小淡色斑を残す外は最下方の数鰭条が淡色を示すに留る．腹鰭は鰭条と鰭膜のこれに沿う部分が暗色，背鰭はほとんど暗色，臀鰭も下半部は暗色を示す．尾鰭は黒く上葉前半，下葉後端などが淡色を呈する．体側の斑紋はこの標本では明かでない．

未成魚の標本は未だ採集されていない．

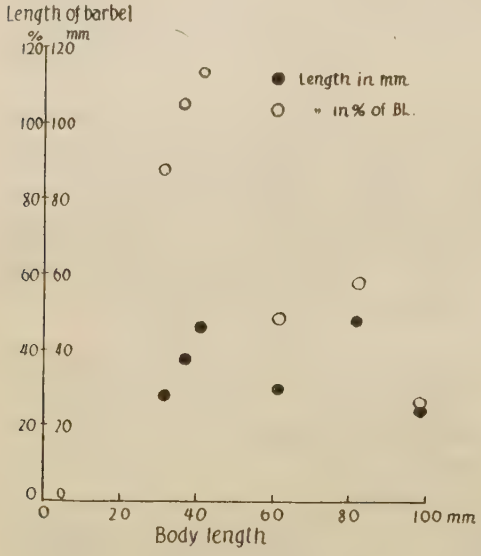
上記の各標本の個体別測定値を Table 17 にかかげる．

Table 17. *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKES)
Juvenile
Measurements and Counts

Locality & Date collected	N 24–36 E 125–54 1956–5–9	Yaku-shima 1951–7–22	〃 1952–9–23	Amakusa-jima ?	S 14–17 E 141–44 1954–11–3	S 17–25 E 162–13 1954–11–23
Stage	post-l	young	〃	〃	〃	〃
Body length in mm	8.9	32.0	41.2	84.0	61.2	40.0
Total length in mm	10.4	42.0	51.0+	108	75.0	50.8
in per cent of body length:						
Depth of body	17.7	14.1	13.4	15.8	14.7	12.8
Breadth of body	—	12.2	10.2	13.7	10.3	10.3
Head length	25.3	24.4	22.8	25.6	22.8	22.5
Snout length	5.1	5.6	6.1	6.7	6.0	5.0
Diameter of eye	8.6	7.8	7.3	7.1	8.2	7.3
Postorbital length	12.2	11.5	9.7	13.2	9.8	9.8
Interorbital width	7.7	7.8	6.6	8.0	7.5	6.8
Length of barbel	20.3	87.5	113.0	57.7	49.0	172.5
Distance from snout to:						
Ventral	55.6	55.6	55.8	60.6	56.0	53.7
Dorsal	65.9	66.6	70.4	71.6	68.8	68.8
Anal	70.8	72.5	74.0	77.5	74.3	72.5
Pectoral length	25.4	62.5	55.4	69.0	59.4	55.0
Ventral length	19.0	38.2	43.0	39.4	44.0	45.0
Length of the longest dorsal ray	10.1	19.1	17.2	20.2	19.6	21.2
Length of the longest anal ray	11.4	12.5	12.1	9.5	9.1	13.7
Length of dorsal base	22.8	20.3	19.9	19.1	19.6	22.0
Length of anal base	15.2	13.1	13.4	12.5	14.7	15.7
Depth of caudal peduncle	7.5	6.6	6.3	7.7	6.4	6.8

Length of caudal:						
Upper lobe	—	17.2	14.8	17.9	15.8	16.3
Lower lobe	20.9	31.6	26.7+	27.4	26.1	27.5
Number of:						
Dorsal rays	14	14	12	13	12	14
Anal rays	10	10	9	10	10	11
Pectoral rays (i+n)	12	14	15	13	15	16

本種の下顎のひげ状器官は左右対をなし平紐状できわめて長くなる．その基底部では左右の各片が相接していて比較的太く，先端は次第に細くなり糸状に終る．その外縁のほとんど全長にわたつて縁膜が発達しており，特にひげの基底の膜状部はひろがつて著しい襞褶を伴う．全体に色胞をおびるが縁膜上では特に濃密である．



Textfigure 3. Tansition in the length of barbel of juvenile *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKER)

ひげ状器官は体長 8～9 mm ですでにかなりよく発達し Textfigure 3 に示すように速かに成長し，体長 40 m*m* 内外で最長に達するがその後は成長しないようである．ひげ状器官が脱落する時期は明かでない．九州南方近海で得られた体長 98 mm の標本でなお長さ 25 mm のひげを有しているのがみられる．

類縁：本種は BLEEKER (1866) により設けられ，間もなく同氏により *Exocoetus bahiensis* RANZANI (1842) の synonym として該種に併合された．しかし *E. bahiensis* は Brazil 沿岸から記載されたもので，その後 BRUUN, BREDER らによる大西洋産トビウオの研究に当つても実体が明かにされていない．BREDER (1935) は大平洋水域の *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKER) はこれを独立した種とすべきことを提唱し SCHULTZ (1953), ABE (1954) 等もこれに従つている．しかしその後の報告では ABE (1955) は本種を大西洋産の *C. cyanopterus* (VALENCIENNES) の synonym として取扱つている．大平洋中部には後述するように本種の近似種と思われるものの稚仔が採集されており，この型のトビウオ類にもいくつかの地域的な群があることを暗示している．これらについての資料が得られるまでは本種は西大平洋におけるこの型のトビウオ類を代表するものとして上記のような種名をあてることとしたい．

大西洋産の *C. cyanopterus* は本種にきわめて近くただ背鰭前方の正中線上の鱗数が 35～40, 多くの個体では 37～38 個で本種よりやや多い点が異る．その幼期には BREDER (1938) が図示したものでは本種と同じくきわめて長い一対のひげ状器官と高い背鰭を有する．しかし本種の幼期の採集された stage と *C. cyanopterus* のそれと重複している部分が少いので充分に比較することができない．後者の幼期の図示されたものの色相には全く横帯が現

われておらず，その体長 123mm のものと前者の体長 84mm のものとは色相がほぼ一致する．

珊瑚海北部で採集された本種に近いと推定される2個体は，体高，頭長共に日本近海産のものより大きく，且背鰭前方の正中線上の鱗数がやや少い（34に対して29）が，その他の測定値はほぼ一致し色相も同様の特徴を示す．その幼期と思われる体長 40.0mm ならびに 61.2mm の2個体がそれぞれ New Hebrides 島南方及び Guam 島附近で採集されており，これらも又，日本近海産の本種幼期とほぼ同様の特徴を有するが，特に小さい方の個体はひげ状器官の長さが体長の 1.7 倍に達する（Pl. 21）．これらの各標本の測定値も比較のため Tables 16, 17 にかかげた．

特徴：日本近海産のハマトビウオ属 *Cypselurus* のトビウオ類のうちで胸鰭のほとんど全体が濃藍黒色を呈するのは本種とアリアケトビウオ *C. starksi* のみである．しかし前者には背鰭の中央に大きくて明瞭な暗色斑があるのに対し，後者にはこれを欠くので容易に識別し得る．

本種の幼期は体が比較的細く，ツマリトビウオ属 *Parexocoetus* のように高い背鰭と，一対のきわめて長いひげ状器官を生ずるのを特徴とする．背鰭は体長 9 mm 内外では臀鰭と高さほぼひとしく，30mm 内外では著しく高くなり帆状を呈し，倒せば尾鰭前部に達し黒色をおびる．その後は次第に低くなり成魚では特に高くはない．ひげ状器官は体長 9 mm ですでに眼の後部に達しているが，このように早くひげの発達するものは本種の外にはみいだされていない．

生態：本種は屋久島及び種子ケ島のトビウオ漁場ではツクシトビウオ，ホソトビなどと共に主として5～6月に現れるが比較的少いようで産業的には価値がない．稚魚は九州近海では5～7月に多く，体長 41.2mm の1個体が9月に採集されたのは例外的である．

本種の稚仔の長いひげ状器官とその習性との関連は興味が深いが，上記の体長 41.2 mm の稚魚を採集した筆者の教室の教室員福島誠氏は，この稚魚が集魚灯下に現われたときはその全長にひとしい長いひげ状器官を八の字にひろげて昆虫の触角のように前方に延ばし，胸鰭と腹鰭とを両側に開張し，その姿は大きな蛾のようであつたと述べている．

分布：本種はひろく西大平洋及びインド洋の熱帯部に分布しているものと思われる．大平洋中部，大西洋のものもきわめて近似のものであろう．比較的低緯度のものでわが国沿岸では九州南部，伊豆諸島などから採集されている．

8. *Cypselurus exsiliens* (Linné)

オジロトビ

Plates 22–24; Tables 18, 19

成魚の形態（Pl. 22, fig. A）：本種の成魚は日本近海では 1953 年 6 月 17 日，鹿児島大学水産学部の新潮丸により宮古島の南方（23° 30′N, 124°45′E）及び東方（24° 30′N, 126°30′E）近海で体長それぞれ 222mm（全長 283+mm, ♂）及び 208mm（全長 258mm, ♀）の2個体が採集された．その脊椎骨数はそれぞれ 44（30+14），45（31+14）個である，

上記の標本における鰭条などの数及び各部分の測定値は次に示す通りである（前に記した方が大きい方の標本の測定値）.

背鰭条数 15, 14；臀鰭条数 9, 9；胸鰭条数 16, 15（前端の萎縮鰭条を含む）. 後頭部より背鰭起点に至る正中線上の鱗数 26, 27；背鰭起点と側線との間の鱗列数 6, 6；側線と臀鰭起点との間の鱗列数 2, 2, 鰓耙数 6 +16, 7 +17.

体長に対する百分比：体高 16.0, 17.0；体幅 14.0, 15.4；頭長 25.6, 26.6；吻端より腹鰭基底までの距離 59.5, 60.5；背鰭起点までの距離 68.7, 69.5；臀鰭起点までの距離 80.3, 80.0, 胸鰭長 71.0, 73.4；腹鰭長 27.2, 30.2；背鰭最長鰭条長 11.7+, 13.7；背鰭基底長 21.4, 21.1；臀鰭最長鰭条長 7.7, 7.6, 臀鰭基底長 10.1, 10.1；尾柄高 6.5, 6.4；尾鰭上葉長 20.9, 23.1；下葉長 29.0+, 30.7；吻長 7.4, 8.1；眼径 7.0, 7.7；眼間径 8.0, 8.5；眼後部長 11.3, 12.4.

本種はトビウオ類としては体はやや細く腹鰭より前方では側線に沿い著しい稜角をなし腹面は平で，体の断面は短形に近い. 頭は大きく体長の 1/4 を超える. 腹鰭基底と尾鰭中央鰭条先端との距離は前者と眼の中央との距離にひとしい. 胸鰭は長くその先端は尾柄或いは尾鰭の前端に達する. 3 番目の鰭条（前端の萎縮鰭条を除き，以下同様）がもつとも長い. その後縁はほとんど一直線で，下方の下縁に移行する部分においてかなりかど張つている. 腹鰭長は中庸であるが臀鰭が後方に偏しているので腹鰭の先端は臀鰭の中央をわずかに越えるのみである. 第 3 鰭条がもつとも長い. 背鰭は多くのトビウオ類より高く，最長の第 2, 3 鰭条は肛門部における体高にほぼひとしい. その基底もかなり長く体長の 1/5 に達する. 臀鰭の起点は背鰭基底のほぼ中央下方にある. 眼径，吻長，眼間径には大差がなく頭長はその 3.3～3.4 倍にあたる. 両顎には円錐歯をおびるが口蓋骨歯はみとめられない. 胸鰭後方の鱗は上下に長い楕円形で後縁は多少突出する. 核はほぼ中央にあり前方に 4～8 個の放射線を生ずる. そのうち 3～4 個は前縁に達しない.

色相：体色は多くのトビウオ類と異らない. 胸鰭は濃藍黒色でその中央と後縁とに淡色帯が走る. 中央の淡色帯は下方では鰭の前半部を占め上方に至るほど幅が狭くなり第 2 鰭条の先端に達する. その後方の輪郭はほぼ鰭の後縁に平行し且多少弧状（凸面を前方に向けた）をなす. 淡色帯上でもこれを過ぎる鰭条には色胞をおび，且上方に到るに従いその輪郭は不明瞭になる. 後縁の淡色帯は第 5 鰭条以下をふちどりその幅は瞳孔径よりやや狭い. 腹鰭はほとんど淡色で中央諸鰭条にのみ色胞をおびる. 背鰭も鰭条上にわずかに色胞をおびるのみ，臀鰭は全く淡色，尾鰭は下葉は黒褐色で後端は多少淡色をおび上葉は下葉よりはるかに淡色で後半の大部分はほとんど色胞をおびていない.

Table 18. *Cypselurus exsiliens* (LINNÉ)
Measurements and Counts

Serial number Locality & Date collected	KCF 2989 N 23–30 E 124–45 1953–6–17	KCF 3001 N 24–30 E 126–30 1953–6–17
Sex	♂	♀
Body length in mm	222	208
Total length in mm	283+	258
in per cent of body length:		
Depth of body	16.0	17.0
Breadth of body	14.0	15.4
Head length	25.6	26.6
Snout length	7.4	8.1
Diameter of eye	7.0	7.7
Postorbital length	11.3	12.4
Interorbital width	8.0	8.5

Distance from snout to:		
Ventral	59.5	60.5
Dorsal	68.7	69.5
Anal	80.3	80.0
Pectoral length	71.0	73.4
Ventral length	27.2	30.2
Length of the longest dorsal ray	11.7+	13.7
Length of the longest anal ray	7.7	7.6
Length of dorsal base	21.4	21.1
Length of anal base	10.1	10.1
Depth of caudal peduncle	6.5	6.4
Length of caudal:		
Upper lobe	20.9	23.1
Lower lobe	29.0+	30.7
Number of:		
Dorsal rays	i,14	i,13
Anal rays	i, 8	i, 8
Pectoral rays (i+n)	i,13,i	i,13
Predorsal scales	26	7
Scale rows above lateral line	6	6
Gill rakers	6+16	7+17
Vertebrae	30+14	31+14

生活史：本種の幼期と推定されるものは 19°N 以北の台湾東方近海及び南西諸島海域で体長 3.5～56.0 mm（全長 4.7～69.0 mm）の 23 個体が明かにされた．卵及び未成魚に関する資料は未だ得られていない．

仔魚期（PIs. 22, 23）：体長 3.5～4.0 mm（全長 4.5～5.3 mm）では未だ卵黄が残留しているもののようで（外面からは窺い得ないが）体高がかなり高い．背鰭及び臀鰭には定数の鰭条原基がみとめられる．頭部はすこぶる大きく体長はその 2.5 倍，従つて胸鰭と腹鰭とはかなり後方に始つている上に仔魚期の始めとしては比較的長いので，先端は胸鰭では背鰭基底の，腹鰭では臀鰭基底の後部に達する．尾鰭は上下相称で後端はは丸みをおびている．

色胞は背面においては後頭部に一群をなし，その後方に背中線と背鰭基底の両側にほぼ 2 列をなして連る．腹腔壁上も疎に色胞におおわれているがその大部分は皮下に埋没する．尾部では上記の背鰭基底に沿うもののほか，臀鰭基底に沿い一列，更に両者の中間体側中央線上にも一列をなす．尾鰭下半部上にも色胞が散在するが他の鰭にはまだみとめられない．

体長 4.4 mm（全長 5.6 mm）では卵黄は全く吸収され体は細くなり胸鰭の前部にも色胞群が現われる．体長 6.4 mm（全長 8.3 mm）では頭部はやや小さくなり体長はその 3 倍，胸鰭の先端は背鰭基底の中央に達するのみとなる．背鰭と臀鰭とはほぼ等高．頬上，下顎先端腹面などにも色胞群が現れる．

体長 11.0 mm（全長 14.5 mm）では体長は頭長の 4 倍に近ずく．下顎先端腹面に一対の短いひげ状器官が現われる．頭が小さくなると共に胸鰭及び腹鰭の位置も前進し，特に腹鰭は成魚よりもかなり前方に位置を占めるに至る．又その先端は胸鰭では背鰭前部に，腹鰭では臀鰭前部に達するのみとなる．背鰭は臀鰭よりも高くなる．尾鰭は下葉が著しく延び後縁は一斜線をなし全体三角形を呈する．

体側では腹鰭基底の腹側，肛門附近，臀鰭基底後部などに色胞群が現れる．腹鰭より後方では体側中央に一色胞列が縦走する．胸鰭と腹鰭とは基部を除いてはやや暗色をおびる．背鰭の前部上半にも色胞群が現れる．

稚魚期 (Pls. 23, 24): 体長 21.6 mm (全長 28.5 mm), 胸鰭にも定数 (15) の鰭条を生ずる. 胸鰭の先端は背鰭基底の後部に, 腹鰭の先端は尾柄に達する. 背鰭は著しく高まり, その前部の鰭条長はほぼ基底長にひとしく臀鰭の最長鰭条の 1.4 倍を測り, 後部の鰭条も倒せば尾鰭前端に達するに至る. 尾鰭下葉長は上葉長の 2 倍を超える. ひげ状器官は長くなり後方に延せば先端は眼の後部に達する. 腹鰭前方では体は側線に沿いややかどばるが鱗は未だ不明瞭である.

体側には胸鰭基底部, 腹鰭基底部, 両者の中間ほぼ中央, 肛門上方, 臀鰭後部の上方及び尾柄上に暗色横帯が明かとなる. 各横帯はそれぞれ側線を横切つて腹面にもつづいている. 尾部中央を走る色胞縦列はこれらの横帯の中央を連ねる. 胸鰭にはこれを後方に倒したとき体側の第 2 及び 4 横帯につづく暗色横帯が中央よりもやや前方及び後半部に現れる. 腹鰭にも体側の第 4 及び第 5 横帯に連る横帯を生ずるが淡くて明瞭でない. これらの外背鰭及び臀鰭の基底に近い部分の中央, 後部先端などにも色胞群がみられる.

体長 31.0 mm (全長 40.5 mm) の個体では背鰭はますます高くなる. その最長鰭条は第 2 ～ 4 鰭条で臀鰭の最長鰭条の 2.25 倍, 背鰭基底長の 1.1 倍, もつとも短い最後の鰭条といえども臀鰭の最長鰭条にひとしく, 後方に倒せば各鰭条とも尾鰭の前部に達する. しかし鰭の上縁はハマトビウオの幼期などと異り凸出した弧状をなさず, 中央ではむしろわずかに凹入しており全体がほぼ一斜線をなす.

胸鰭上の暗色帯のうち後方の横帯は幅も広く色もやや濃色を示す. 腹鰭はほとんど淡色で中央と先端部とにわずかに色胞をみとめる. 背鰭はその全体が色胞をおびるが特に著しい暗色は示さない. 臀鰭にはほとんど色胞がみとめられない.

体長 56 mm (全長 69 mm) においては鱗はよく発達しており背鰭前方の正中線上に 26 個を数える. ひげ状器官は後方に圧すれば眼後部に達する. 胸鰭と腹鰭との先端はそれぞれ背鰭及び臀鰭の後端に達する. 背鰭はなお著しく高い. 胸鰭の前部の横帯は輪郭が不明瞭となり, 基底部より第 2 ～ 3 鰭条の中央にかけて上部にひろい三角形の暗色斑をなし, 後部の黒色横帯との間に斜走する一淡色帯を残す. 腹鰭の中央と先端附近には不定形の暗色斑が残るが, この部分でも黒色胞は鰭条上と鰭膜のこれに沿う一部とに存在するのみである. 背鰭は一様にやや暗色, 臀鰭もこれと同じ程度に色胞におおわれる. 尾鰭はほとんど淡色で下葉上に 2 暗色横帯がある.

未成魚期以後の幼期資料は未だ採集されていない. 上記の諸標本の個体別測定値は Table 19 にかかげる.

Table 19. *Cypselurus exsiliens* (LINNÉ)
Juvenile
Measurements and Counts

Locality & Date collected	N 24–54 E 129–35 1953–6–19	N 22–39 E 125–28 1953–4–30	Makuraza-ki 1952–7–10	N 27–10 E 129–42 1953–6–4	E. of Okinawa ?	Yaku-shima 1951–7–22
Stage	prol	post-l	〃	young	〃	〃
Body length in mm	3.9	6.4	11.0	21.6	31.0	56.0
Total length in mm	5.3	8.4	14.5	28.5	40.5	69.0
in per cent of body length:						
Depth of body	25.8	21.4	17.7	15.8	19.4	20.6
Breadth of body	—	14.3	15.2	14.8	16.3	16.2
Head length	40.4	32.1	25.3	25.5	25.4	26.1
Snout length	—	—	4.2	7.0	5.5	7.2
Diameter of eye	15.4	11.9	9.9	9.3	10.3	8.2
Postorbital length	—	14.3	11.4	10.2	12.2	12.5
Interorbital width	—	11.9	8.3	9.3	9.8	10.7
Length of barbel	—	—	—	13.5	17.1	11.3

Distance from snout to:						
Ventral	59.5	57.2	54.9	57.8	58.0	55.5
Dorsal	63.5	64.5	64.4	63.0	65.3	67.0
Anal	77.0	73.8	70.8	72.6	77.5	74.2
Pectoral length	44.3	45.3	42.4	55.5	65.3	69.6
Ventral length	36.5	33.2	34.8	42.1	43.6	39.6
Length of the longest dorsal ray	—	16.7	15.2	23.2	29.1	27.7
Length of the longest anal ray	—	15.7	15.0	16.2	12.9	14.5
Length of dorsal base	—	25.2	24.7	23.2	26.6	22.4
Length of anal base	—	17.9	17.5	14.4	13.0	13.5
Depth of caudal peduncle	10.8	8.8	7.6	8.3	8.1	8.0
Length of caudal:						
Upper lobe	—	—	16.7	14.8	17.8	17.5
Lower lobe	34.9	29.8	30.1	32.9	35.5	29.5
Number of:						
Dorsal rays	13	13	13	13	14	14
Anal rays	10	10	10	10	9	10
Pectoral rays (i+n)	12	12	13	14	14	14

本種のひげ状器官は構造が比較的簡単で，縁膜は外側（ひげを後方に延せば上側）後部では多少発達して多くのしわを持つが，その他の場所では幅が狭い．縁膜上には色胞が密在して濃黒色を呈する．

ここに記載した稚仔をオジロトビの幼期と同定したのは，脊椎骨数，鰭条数，鱗列数などが一致すること，背鰭の形態的特徴などの関連によつた．大西洋の *C. exsiliens* においてはその稚仔は全く明かにされていない．

類縁：Bruun (1935) 及び Breder (1938) の記載している大西洋の *C. exsiliens* (Linné) とここに述べた標本とを比較すると，脊椎骨数とその構成は相互に一致し，背鰭が高く尾鰭が長く，胸鰭下部の輪郭がかどばつている点も両者に共通である．又，後者の測定値はほぼ前者の示す変異の範囲のうちに含まれるが，背鰭は多少低い方に，腹鰭の位置はわずかに後方に偏している．鰭条数は後者の幼期標本のうちに臀鰭において前者より1個少い一例があるのみで，その他の点では差異がない．又，前者では少数の口蓋骨歯をみとめる場合が多いが存在しない例もあると云うのに対し，後者では成魚2個体ともに口蓋骨歯がみとめられない．更に両者の色相を比較すると，胸鰭及び尾鰭の特徴的な色相はほとんど同様である．しかし背鰭と腹鰭との色相は必ずしも一致しない．すなわち大西洋のものでは背鰭は体長 220 mm に達したものでもその後半の大部分が黒く，腹鰭は体長 200 mm 以上の個体では主として中央部の鰭条が色胞をおび，個体によつては幼期の暗色斑の一部が小斑紋として残留するというのに対し，上記の日本近海の標本（体長 200 mm 内外）ではいづれも背鰭は鰭条のみ暗色，腹鰭は中央部の鰭条のみ暗色で鰭膜はともに無色である．背鰭及び腹鰭の黒色斑は多くのトビウオ類の幼期形質のひとつとして成長が進むに従い消失する傾向があり，大西洋産の *C. exsiliens* でも若い個体では腹鰭下半部に明瞭な大きな黒色斑があることが知られている．しかしすでに述べたように日本近海産のものはその未成魚が採集されておらず，又，大西洋の *C. exsiliens* の synonym として取扱われている *C. nigricans* (Bennett) は西大平洋熱帯部しばしば報告されているにもかかわらず，筆者が New Guinea 近海，Celebes 海などで採集したこれに近い特徴を有する 16.5～18.0 cm の未成魚の標本はいづれも尾鰭上下両葉が共に黒く，脊椎骨数 42 個の明かに別種と思われるもの（Abe (1956) が Java 南方のインド洋から採集された標本にもとずいて記載したサン

ノジダマシ *C. katoptron* (BLEEKER) とほぼ一致する) で, *C. exsiliens* の幼期と思われるものはこの水域からも得られなかつた. 従つて上記の日本近海産の種類 (すなわちオジロトビ), 或いは西大平洋産の *C. exsiliens* の未成魚期に大西洋産のものと同様に背鰭と腹鰭とに斑紋がみられるか否か, 又, これらの斑紋はどの程度の大きさで消失するのかは全く判然としない. 更に又, 稚魚期以前の標本は大西洋の *C. exsiliens* では報告されていないからこれを比較することは現状では不可能である. 以上のような点からみてオジロトビをただちに *C. exsiliens* (LINNÉ) と同定するのが果して妥当であるか否かはすこぶる疑わしい. しかしきわめて近縁のものであることは推定に難くないので ここでは一応この種名を用いることとした. 将来充分な資料が検討された暁にはおそらく本種の一亜種の地位を与えられるべきものと思われる.

なお FOWLER (1932) が Sea of China から記載している *C. exsiliens* (P. L. S. MÜLLER) は D. 11, A. 12 で本種とは全く無関係の別種である.

GÜNTHER (1866), JORDAN and SEALE (1906), WEBER and BEAUFORT (1922) などによりシナ海, 日本, New Guinea 等から報告されている *C. arcticeps* (GÜNTHER) は, 胸鰭の色相もオジロトビに近く, 体長 215mm で背鰭及び腹鰭には黒色斑が存在せず, 且頭部が大きい (体長はその 3.9 倍) 点なども本種に似ており, そのほか胸鰭条数が 18 個であるのを除いては鰭条数, 鱗列数などにも大差をみとめない. しかし尾鰭はただ黒いと記載されているのみであり, 脊椎骨数も明かにされていないので 本種との関係を確めることは困難である.

西大平洋のハマトビウオ属のトビウオ類中には 胸鰭に淡色横帯を有するものとして少くとも 3 種をみとめることができるがそれぞれの種名はなお決定し難い.

特徴: オジロトビの特徴としてあげられるのは成魚ではその尾鰭の上葉が下葉よりも色が淡く, 縁辺に近い半ば以上は黒色胞をもつていない点であろう. 更に脊椎骨数とその構成も胸鰭に淡色横帯を持つハマトビウオ属のトビウオ類のうちでは明かな特徴をなすものと思われる.

幼期の特徴としては, 仔魚期のはじめには頭部が著しく大きく, 体長に比して 胸鰭と腹鰭とがきわめてよく発達しており, 色胞が体側に一様に分布しておらず, 背側, 体側中央, 臀鰭基底部などに限られている点などがあげられる. ひげ状器官は一対をなし体長 11 mm ですでに出現している. 又, 体長 6.4 mm で背鰭と臀鰭とは高さがほぼひとしくなり, 11 mm では背鰭の方がかなり高くなるが, これらの形質は多くのトビウオ類では 体長 14～15 mm 以上に達した後に現われるのを普通とする.

稚魚期には背鰭が特に高くなるが最長鰭条は 2 ～ 3 番目に位置を占めるので 全体が三角形に近く, ハマトビウオ, カラストビウオなどのようにツマリトビウオ型の 背鰭を持つ時期はない. 体長 30mm 前後では高さが臀鰭の 2 倍以上となり後方に倒せば最前部の鰭条も先端が尾鰭前部に達する. ひげ状器官は構造の簡単で発達したものでも眼の後方に達するのみである. 本種と同様に背鰭の前方が甚だしく高まる ハマトビウオ属の稚仔がなお一種シナ海から採集されているが, この稚仔ではひげ状器官が頭長より長くその 膜質部がよく発達しているので容易に識別し得る. なおこの稚仔の種名は未だ明かでない.

生態・分布：オジロトビの成魚は宮古島附近で採集し得たのみであるが，稚仔は薩南水域，シナ東海東部にひろく分布しており，屋久島，鹿児島県枕崎などでも採集された．稚仔の出現期は5～7月で沖合性のものと思われ，仔魚は表層稚魚ネットで，やや大型の稚魚は集魚灯などによつて採集された．

BRUUN（1935）によれば大西洋の *C. exsiliens* は主として 20～30 N, 15～25 S の亜熱帯水域で採集されている．その synonym とされている *C. nigricans*（BENNETT）は大平洋熱帯部にもひろく分布していると称せられる．

9. *Cypselurus atrisignis Jenkins*

アカトビ

Plate 25; Table 20

成魚の形態（Pl. 25, fig. A）：台湾東方（23° 30′N, 124° 45′E：17/6, 1953）で採集された体長 231mm（全長 300mm）の ♂ によれば，その脊椎骨数は 45（28＋17），鰭条などの数及び各部分の測定値は次に示すようである．

背鰭条数 15，臀鰭条数 10，胸鰭条数 16（最前端の萎縮鰭条を含む）；後頭部より背鰭起点に至る正中線上の鱗数 34，鰓孔上端より尾柄端に到る一縦列上の鱗数 59，背鰭起点と側線との間の鱗列数 8，側線と臀鰭起点との間の鱗列数 2；鰓耙数 7＋17.

体長に対する百分比：体高 19.9，頭長 23.4，吻長 7.4，眼後長 10.7，眼間径 8.4；吻端より腹鰭基底に至る距離 57.3，背鰭起点に至る距離 68.4，臀鰭起点に至る距離 75.7；胸鰭長 69.4，腹鰭長 28.2，背鰭基底長 22.9，臀鰭基底長 12.2，最長背鰭条長 13.0 最長臀鰭条長 7.1，尾柄高 7.1，尾鰭下葉長 29.7＋.

体はやや太短く，頭は中庸大で体長は頭長の 4.3 倍，吻長と眼径とは相ひとしい．胸鰭の先端は背鰭基底の後端に達する．腹鰭は比較的前方に生じ，その基底は吻と尾鰭中央鰭条後端との中間中央に位置を占め，腰帯の前方に向う突起は第 16 番目の脊椎骨の下方に延びる．最長の第 3 鰭条の先端は臀鰭基底の中央よりやや後方に達する．背鰭基底は長く，その起点と尾鰭上葉の最初の萎縮鰭条の距離は頭長の 1.44 倍を測り，その最前方の間神経棘は第 21 番目の脊椎骨上方に延びる．背鰭はその前部の鰭条が長く全体としてトビウオ類のうちではやや高い方に属する．臀鰭は背鰭の第 7 鰭条下方に始る．両顎には小さな円錐歯がほぼ 2 列をなし，口蓋骨上にもほぼ一縦列をなす．胸鰭基底後方の鱗はほぼ楕円形で露出部後縁は多少突出する．中心より前方に向う 5～8 個の放射線があり大部分は前縁に達する．

色相：体色は多くのトビウオ類とほぼ同様である．胸鰭は最下方の 3～4 鰭条間を除いては大部分紫褐色で後端は幅狭く淡色にふちどられる．下部の淡色部は鰭の中央では多少上方に延び，暗色部は鰭の後部，特にその下部では濃色をおびる．直径が瞳孔径の 1/5～1/8 の円形又は楕円形の，輪廓の明かな黒色の小斑紋が鰭の暗色部上に約 70 個散在しており，鰭の先端に近く更に大きな直径が瞳孔径にひとしい不整形の暗色斑がある．後者は鰭を後方に倒せば次に述べる背鰭中央の黒色斑と相応ずるように位置を占める．背鰭にはその第 8～11 鰭条間に輪廓の明かな一黒色斑がある．臀鰭は無色，腹鰭は前部の鰭条上に色胞をおびるが大部分は無色，尾鰭は上下両葉とも濃黒褐色を呈する．

この標本の外に New Guinea 東方（12° 40′S, 153°10′E : 15/11, 1954）で採集された体長 244 mm（全長 320 mm）の一標本も本種と同定すべきものと思われるが，この標本では胸鰭の小斑紋はその後部下方に限られて散在し，その数も左右とも 6 ～ 7 個に過ぎない．しかし先端部の暗色斑は上記の標本と同様に明かで，背鰭上の暗色斑の位置及び大きさにも大差がない．この標本の測定値は Table 20 にかかげる．

Table 20. *Cypselurns atrisignis* JENKINS
Measurements and Counts

Serial number Locality & Date collected	KCF 3000 N 23–30 E 124–45 1953–6–17	KCF 3973 S 12–40 E 153–10 1953–8–10
Sex	♂	—
Body length in mm	231	244
Total length in mm	300+	320
in per cent of body length :		
Depth of body	19.9	18.4
Breadth of body	14.7	14.5
Head length	23.4	23.8
Snout length	7.4	7.2
Diameter of eye	7.4	7.2
Postorbital length	10.7	10.7
Interorbital width	8.4	9.0
Distance from snout to :		
Ventral	57.3	55.7
Dorsal	68.4	68.8
Anal	75.7	76.3
Pectoral length	69.4	69.7
Ventral length	28.2	31.2
Length of the longest dorsal ray	13.0	14.1
Length of the longest anal ray	7.1	7.8
Length of dorsal base	22.9	21.3
Length of anal base	12.2	12.3
Depth of caudal peduncle	7.1	7.3
Length of caudal :		
Upper lobe	—	23.4
Lower lobe	29.7+	30.8
Number of :		
Dorsal rays	i,14	i,13
Anal rays	i, 9	i, 9
Pectoral rays (i+n)	i,14	i,13
Predorsal scales	34	38
Scale rows above lateral line	8	8
Gill rakers	7+17	6+15
Vertebrae	28+17	28+16

生活史：本種の幼期と推定し得るような標本は未だ採集されていない．

類縁：Hawaii で採集された本種の基準標本（JENKINS (1904) による）と上記の諸標本とは諸形質が比較的よく一致している．特に腹鰭及び背鰭の位置，鱗列数，背鰭の黒色斑の位置と大きさなどにみられる特徴は両者に共通である．胸鰭の小暗色斑の分布は上記の台湾東方産の標本に近いが これよりやや少くて 個々の形は 多少大きい．又，先端の暗色斑は存在していない．しかし胸鰭の 斑紋の 多少の差はトビウオ 類としては 普通にみられることなので，本邦産のアカトビは本種と同定して誤がないものと思われる．WEBER and BEAUFORT (1922) が 東インド 諸島水域から 本種として 記載している標本は，上記の諸標

本に比べて胸鰭がやや後方にあり，背鰭前方の正中線上の鱗数がかなり多い（40）点が多少異るが，その他の点では大差がない．本種と次に述べるマトウトビウオ *C. spilopterus*（Valenciennes）の胸鰭は地色はハマトビウオ属の多くの種類に共通しているが，その上に黒色の小斑紋を散在する特異の色相型を示す．これと同様の色相型はトビウオ *Prognichthys agoo* の未成魚及び西大平洋赤道水域の種名未詳のハマトビウオ近似種の幼期にもみられ，この色相型はむしろ幼期の色相型で成長に従つて小斑が減少消滅に向うことを暗示している．

特徴：本種は背鰭に明瞭な一暗色斑を有し，胸鰭には散在する多数の小円形黒色斑を持つ点でマトウトビウオと共通の特徴を示す．しかし後者との差異は次の諸点に明かである．

1. 腹鰭の基底は吻と尾鰭中央鰭条後端との中間中央に位置を占める（マトウトビウオでは眼の後縁，又はそれよりやや後方と尾鰭中央鰭条後端との中間中央にある）．
2. 背鰭起点と尾鰭上葉の萎縮鰭条との距離は頭長の 1.4 倍（ほぼ頭長にひとしい）．
3. 背鰭前方の正中線上の鱗数 34，38（40 以上）．
4. 鰓孔上端より尾柄後端に至る一縦列の鱗数約 60（55 内外）．
5. 背鰭の黒色斑はその第 8 ～11 鰭条間にわたり幅が比較的狭い（第 4 ～10 鰭条間にわたり幅が広い）．

分布：大平洋西部の熱帯水域にひろく分布するものと思われる．

10. *Cypselurus spilopterus*（Valencinnes）

マトウトビウオ

Plate 25；Table 21

成魚の形態（Pl. 25, fig. B）：与論島（鹿児島県）附近で採集された体長 310mm（全長 380mm；12/5，1956）の♀によれば，脊椎骨数は 46（30＋16）．鰭条などの数及び各部分の測定値は次に示す通りである．

背鰭条数 13，臀鰭条数 9，胸鰭条数 14（前端の萎縮鰭条を含め），後頭部より背鰭起点に至る正中線上の鱗数 40，鰓孔上端より尾柄端に至る一縦列の鱗数約 55，背鰭起点と側線との間の鱗列数 7，側線と臀鰭起点との間の鱗列数 2，鰓耙数 6 ＋16．

体長に対する百分比：体高 18.8，体幅 14.1，頭長 22.9，吻長 7.8，眼径 6.5，眼後長 10.3，眼間径 9.1；吻端より腹鰭基底に至る距離 59.0，背鰭起点に至る距離 72.2，臀鰭起点に至る距離 77.5；胸鰭長 67.7，腹鰭長 29.4，背鰭基底長 16.0，臀鰭基底長 10.6，最長背鰭条長 12.3，最長臀鰭条長 7.9；尾柄高 6.8，尾鰭上葉長 17.7＋，尾鰭下葉長 23.8＋．

わが邦近海のトビウオ類としては大きい方に属する．胸鰭の先端は圧すれば背鰭基底の後端に達する．腹鰭は比較的後方にあり，その基底は眼の後縁と尾鰭中央鰭条末端との中間中央に位置を占め，腰帯の前方に向う突起は第 19 脊椎骨の下方に延びる．最長の第 3 鰭条の先端は圧すれば臀鰭基底の後部に達する．背鰭基底の前端と尾鰭上葉の最初の萎縮鰭条との距離はほぼ頭長にひとしい．背鰭はハマトビウオ亜科 Cypselurinae のものとしては

かなり高く，第2, 3鰭条が最長でその長さは基底長の 3/4 を測る．臀鰭は背鰭の第5鰭条基底の後下方に始る．両顎には円錐歯が散在し，口蓋骨上にも一列の小円錐歯がある．下顎縫合部は多少瘤状をなす．胸鰭基底後方の鱗はほぼ楕円形で後縁中央はやや突出する．核より前方に向う 5～6 個の放射線があり，そのうち 3～4 個は前縁に達する．

色相：体色は多くのトビウオ類と異らない．胸鰭の大部分は紫褐色で後部下方は濃色を呈し後縁は幅狭く淡色にふちどられる．最下方の 3～4 鰭条間は淡色でこれにつづき上方に向う輪郭の不明瞭なやや淡色の横帯が鰭の中央部に達する．眼径の 1/10 内外の大きさの楕円形若しくは円形の小黒色斑が，鰭の後部下方の濃色部を中心として 7 個（右側では 10 個）散在している．背鰭の第 4～10 鰭条間の鰭膜は基部を除いては濃黒色をおびる．腹鰭は鰭条上にわずかに黒色胞があるがほとんど無色，臀鰭は無色，尾鰭は全体黒褐色を呈する．

Luzon 東方水域で採集された体長 286 mm（全長 355 mm, ♂）の一標本では多くの特徴は上記の与論島で採集された標本と同様であるが，胸鰭の小斑紋の数はこれよりはるかに多く，左側では後半部全体に約 25 個，右側では更に前上部にわたつて約 50 個散在しており，背鰭の黒色部は一層明瞭で輪郭の明らかな斑紋をなす．その各部の測定値は与論島産の標本と共に Table 21 にかかげる．

Table 21. *Cypselurus spilopterus* (Valenciennes)
Measurements and Counts

Serial number Locality & Date collected	KCF 3722 Yoron-jima 1954-5-22	KCF 2902 E. of Luzon 1953-1
Sex	♀	♂
Body length in mm	310	286
Total length in mm	380+	355+
in per cent of body length:		
Depth of body	18.8	18.7
Breadth of body	14.1	14.2
Head length	22.9	23.8
Snout length	7.8	7.3
Diameter of eye	6.5	7.0
Postorbital length	10.3	10.7
Interorbital width	9.1	9.6
Distance from snout to:		
Ventral	59.0	61.2
Dorsal	72.2	74.0
Anal	77.5	80.8
Pectoral length	67.7	67.2
Ventral length	29.4	29.4
Length of the longest dorsal ray	12.3	13.1
Length of the longest anal ray	7.9	7.0
Length of dorsal base	16.0	16.3
Length of anal base	10.6	10.8
Depth of caudal peduncle	6.8	6.8
Length of caudal:		
Upper lobe	17.7	16.4+
Lower lobe	23.8+	28.3+
Number of:		
Dorsal rays	i,12	i,12
Anal rays	i, 8	i, 9
Pectoral rays (i+n)	i,12	i,13
Predorsal scales	40	43
Scale rows above lateral line	7	8
Gill rakers	6+16	5+16
Vertebrae	30+16	—

生活史：本種の幼期と推定し得る標本は未だ採集されていない．

類縁：ここには本種に上記のような種名をあてたがかなり疑わしい点が残されている．上記の各標本にもつとも近いのは WEBER and BEAUFORT (1922) の記載した *C. spilopterus* で胸鰭の斑紋，背鰭の位置と頭長との関係，腹鰭の位置などはこれと一致するが，背鰭前方の正中線上の鱗数が約 30 個で上記の標本より少く，且眼径が大きくて吻長より長いこと，背鰭上の黒色斑は存在しないのを普通とすることなどが異る．しかし背鰭前方の鱗数は BLEEKER (1866) によれば Celebes の標本では 32 個，FOWLER (1928)，SCHULTZ (1953) らによれば Hawaii の標本では 35～38 個で，特に後者では体側の一縦列の鱗数も上記の標本とほぼ一致する．又，後者では眼径はやや小さくかなり上記の標本に近いが吻長よりは多少長い．背鰭上の黒色斑は前記の WEBER and BEAUFORT によれば時にこれを有する個体があるといい，岡田・松原 (1938) によれば台湾から記載されている標本には明瞭な一暗色斑があるという．これらの諸記載の間には二，三の近似種が混同されているのではないかという疑もあり，上記の与論島採集の標本は未記載の別種ではないかとも考えられるが，なお決定し難いので一応上記のように同定することとした．

特徴：本種の特徴はアカトビ *C. atrisignis* の特徴の項で詳述した．本種の胸鰭の小斑紋の数とその分布は個体差が著しく，おそらくこれを持たない個体もあるものと思われる．このようなものでは特にハマトビウオなどと混同するおそれがあろう．しかし本種はこれに比べて頭部が大きく体高が高く，臀鰭起点の位置が（背鰭に対して）後方に偏していることなどにより識別し得る．

分布：大平洋中部及び西部の熱帯水域及び東インド諸島水域に分布するものと思われる．

11. *Cypselurus heterurus döderleini* (STEINDACHNER)

ツクシトビウオ

Plates 1, 26–28; Tables 22–24

アオトビ…伊豆七島
オアゴ…福岡県志賀島
カクアゴ…熊本県天草
トツビー…種子ケ島，屋久島

成魚の形態 (Pl. 26, figs. A, B)：中庸の大きさに達するトビウオ類で成魚の体長 220～280 mm，全長 270～350 mm を普通とする．

本種は後述するように奄美群島，薩南諸島，鹿児島，宮崎両県の沿岸などに産するものと，天草島，五島海域，福岡県沿岸などに産するものとには，卵の附着糸の配列に明かな差異がみとめられ両者が別の系統のものであることが暗示される．しかし形態，色相などでは両者を分つことができないので，ここには各産地のものをとりまとめ記載する．なお

別表 (Tables 22, 23) に産地を明示した個体別測定値をかかげたので，これを参照せられたい．

上記の各地で採集されたものを通じて脊椎骨数 46～48 (30+16, 30+17, 31+16, 31+17, 32+16)，背鰭条数 12～14，臀鰭条数 8～10，胸鰭条数 16 又は 17 (前端の萎縮鰭条を含む)；後頭部と背鰭起点との間の正中線上の鱗数 30～35，背鰭起点と側線との間の鱗列数 7～9 (多くは 8)，側線と臀鰭起点との間の鱗列数 3，鰓耙数 4～7+15～18=21～24 (大部分は 6～7+16～17)．

又，上記の標本中 30 個体 (♀6 + ♂24) の測定値は次のようである．

体長の百分比：体高 17.2～19.0，体幅 11.6～15.3，頭長 20.8～24.0 (多くの個体では 22～23)，吻端より腹鰭基底までの距離 55.0～60.1 (多くの個体では 56～58)，背鰭起点までの距離 69.7～74.6 (多くは 71～73)，臀鰭起点までの距離 74.2～82.0 (多くは 78～80)，胸鰭長 63.3～72.3 (多くは 66～70)，腹鰭長 29.8～35.6 (多くは 32～34)，最長背鰭条長 9.5～12.5，背鰭基底長 16.5～18.5；最長臀鰭条長 5.6～7.9，臀鰭基底長 9.7～12.2；尾柄高 6.0～7.0，尾鰭上葉長 19.5～21.5，下葉長 27.8～30.8；吻長 6.2～7.9，眼径 6.2～7.5，眼後部長 8.9～10.9，眼間径 6.7～7.4．これらのうち 10 個体の個体別測定値を Tables 22, 23 にかかげる．

Table 22. *Cypselurus heterurus döderleini* (STEINDACHNER)
Adult-1

Measurements and Counts

Serial number	KCF 1910	KCF 1915	KCF 1911	KCF 2611	KCF 3476
Locality &	Make-shima	〃	〃	Kagoshima	Kikai-shima
Date collected	1950-6-1	〃	〃	1953-5-20	1954-5-19
Sex	♂	♀	♀	♂	♂
Body length in mm	240	253	265	243	258
Total length in mm	306	315	325+	314	323
in per cent of body length:					
Depth of body	18.3	17.8	18.8	17.3	19.0
Breadth of body	15.3	13.2	13.6	13.2	12.4
Head length	22.5	22.8	23.0	21.9	21.7
Snout length	6.9	7.1	7.0	6.6	6.8
Diameter of eye	6.8	6.7	6.7	6.4	6.2
Postorbital length	10.0	10.3	9.6	9.3	9.9
Interorbital width	7.3	6.7	7.0	7.0	6.8
Distance from snout to:					
Ventral	58.3	57.0	56.6	59.2	57.8
Dorsal	72.2	71.6	72.2	70.8	79.7
Anal	80.8	79.2	79.0	80.3	74.2
Pectoral length	68.2	70.4	67.2	68.3	63.1
Ventral length	33.3	32.8	30.5	33.8	30.2
Length of the longest dorsal ray	9.6	10.7	9.1	10.7	9.9
Length of the longest anal ray	7.1	7.9	7.2	7.3	5.6
Length of dorsal base	16.6	17.0	17.5	17.1	17.6
Length of anal base	9.8	9.7	10.4	9.9	10.1
Depth of caudal peduncle	6.7	6.1	6.4	6.4	—
Length of caudal:					
Upper lobe	19.3	17.8+	16.2+	19.6+	18.8
Lower lobe	29.1	28.8	25.6+	49.7	27.2
Number of:					
Dorsal rays	i,11	i,13	i,13	i,12	i,13
Anal rays	i, 8	i, 7	i, 8	i, 8	i, 8
Pectoral rays (i+n)	i,13,i	i,14,i	i,13,ii	i,14	i,14
predorsal scales	34	33	32	33	34
Scale rows above lateral line	8	8	8	8	8
Gill rakers	6+17	4+18	4+16	6+17	4+16
Vertebrae	—	—	—	—	—

Table 23. *Cypselurus heterurus döderleini* (STEINDACHNER)
Adult–2

Measurements and Counts

Serial Number locality & Date collected	KCF 3061 Shika-no-shima 1953–6–28	KCF 3058 〃 〃	KCF 2359 Amakusa 1951–6–3	KCF 2360 〃 〃	KCF 2288 Fukuoka 1951–5–10
Sex	♂	♂	♂	♂	♂
Body length in mm	230	237	246	248	257
Total length in mm	285+	303+	308	309+	325
in per cent of body length:					
Depth of body	17.6	17.2	18.7	18.2	18.3
Breadth of body	13.9	14.4	13.4	13.3	13.1
Head length	23.0	24.0	21.9	22.6	21.9
Snout length	7.0	7.9	6.5	6.9	6.5
Diameter of eye	6.3	7.2	6.5	7.3	6.7
Postorbital length	10.8	10.6	10.2	10.1	9.5
Interorbital width	7.2	7.6	6.9	7.6	6.8
Distance from snout to:					
Ventral	57.0	56.1	57.0	55.6	56.1
Dorsal	70.5	71.6	72.0	71.2	70.8
Anal	78.7	78.5	78.5	78.3	78.3
Pectoral length	72.3	65.8	70.0	67.0	72.3
Ventral length	35.6	32.8	32.6	32.9	35.8
Length of the longest dorsal ray	11.6	12.4	10.8	10.7	10.1
Length of the longest anal ray	7.3	7.2	6.9	6.5	7.0
Length of dorsal base	17.8	17.6	18.3	17.7	17.9
Length of anal base	10.7	10.9	12.2	11.1	11.1
Depth of caudal peduncle	6.7	7.0	6.7	6.1	6.5
Length of caudal:					
Upper lobe	20.8	16.0+	20.8	16.9+	17.1
Lower lobe	30.0	28.1+	28.8	25.0+	28.4+
Number of:					
Dorsal rays	i,12	i,12	i,12	i,12	ii,11
Anal rays	i, 7	i, 8	i, 9	i, 8	i, 9
Pectoral rays (i+n)	i,13,i	i,13,i	i,14,i	i,14,i	i,13,i
Perdorsal scales	32	32	32	33	32
Scale rows above lateral line	8	8	9	8	8
Gill rakers	7+17	6+16	5+17	5+18	6+16
Vertebrae	—	—	—	—	—

ハマトビウオ属 *Cypselurus* のトビウオ類として形態は標準的，腹鰭基底と尾鰭中央鰭条先端との距離は前者と眼の前半部との距離にほぼ等しい．胸鰭は第3鰭条（萎縮鰭条を除き，以下同様）がもつとも長くその先端は背鰭後部下方より尾柄前部に達する．腹鰭は第2，3鰭条がもつとも長く先端は臀鰭後端より尾柄中央部に達する．両対鰭共にその長さにはかなり著しい変異がある．両顎にのみ小型の円錐歯をおび口蓋骨には歯がない．胸鰭基底後方の鱗は後方に突出した蛤形で高さは長さの1.6～1.7倍，核はほぼ中央にあり前方に3～7個の放射線があるがその半数は短く，核にも前縁にも達しないのを普通とする．環線はしばしば背腹軸上では隅角をなしその上では各線の間隔はひろがつている．従つて鱗の外側にならぶ環線は鱗を一周してない場合が多い．

色相：体色は多くのトビウオ類と同様である．胸鰭においては鰭条はすべて色胞をおび鰭膜も大部分やや暗色を呈するが第7～8鰭条より下方，第2～4鰭条間の先端部などは淡色，又，下方の淡色部は鰭の中央部では淡色帯をなして上方にひろがり，第3～4鰭条に達する．これらの斑紋は濃淡の差が少なく輪郭が不明瞭で，固定後には充分にみとめる

ことができない場合が多い．腹鰭は第 1 ～ 4 鰭条上には色胞をおびるが鰭膜は無色，背鰭は一様にやや暗色，臀鰭はほとんど無色，尾鰭は各鰭中もつとも濃厚に暗色をおびる．

生活史：1950 年 6 月 1 日朝，薩南諸島中の馬毛島におけるトビウオ漁場で，海面を漂流している ヤツマタモクに附着した本種のものと推定される発生初期の卵塊を採集，人工孵化を行つた．又，1953 年 6 月 27，28 の 両日には 福岡県志賀島において本種の人工受精を行つて，その卵内発生及び仔魚期の発育を観察した．幼期の資料は人工孵化によつて得られたものの外，九州東部及び南部沿岸水域では孵化後 1 ～ 2 日と思われる 112 個体の 初期の仔魚が種子ケ島で，体長 9.1～74.0 mm の後期仔魚及び稚魚が種子ケ島，宇治群島附近，甑島附近，鹿児島湾口，宮崎県士々呂などで，更に体長 150～170 mm の未成魚 3 個体が種子ケ島で採集され，九州西北側沿岸水域では，体長 7.0～21.2 mm のもの 18 個体が天草富岡および長崎県五島沿海で，129～186 mm の未成魚 37 個体が 五島列島の 生月島，平戸島などで採集された．

卵 (Pl. 1, figs. E, F)：すでに述べたように本種では南西諸島より九州東岸などの黒潮水系沿岸に産するものと，九州北西岸などの対馬暖流水系沿岸に産するものとは 卵の附着糸の配列が明かな差異を示す．

第一型，すなはち黒潮沿岸水系に属する馬毛島で採集された卵では，直径 2.0～2.2 mm，卵表面の相対する二極よりそれぞれ 10 mm 内外の 15～43 個 の附着糸を生ずる．一個の卵における両極の附着糸数の差は 1 ～ 8 個，各極の附着糸の着生範囲はほぼ円形で その直径は 0.3～1.2 mm，多くは 0.6～0.8 mm に留る（以上いずれも 2 個の 卵塊より 5 個 づつの卵をえらび測定）．又，種子ケ島産の 体長 267 mm，体重 233 g の一成魚における抱卵数は約 12,500 個 であつた．

第二型，すなはち対島暖流沿岸水系に属する福岡県志賀島で採集された 成魚より得られた人工受精卵では卵径 1.8～2.0 mm，卵膜上には長さ 8 ～11 mm の附着糸が不規則に生じている．その数は半球面上に 15～24 個 を数える（10 個 測定による）．

卵内発生：馬毛島で採集された 第一型に属する卵は 6 月 1 日 8 時には 桑実期，15 時 には嚢胚形成の初期を示しており，前夜の 19～20 時頃 受精したものと 推定される． これを基準とすれば受精後 30 時間 内外で原条を生じ 35 時間で KUPFFER 氏胞は 明かとなり胚体の中央より後方に 5 ～ 6 個の体節を生ずる．42～43 時間で原口が閉じ，胚体上に眼胞が明かとなり，更に 45 時間内外で耳嚢及び心臓が形成され， 50 時間 後には心臓の搏動がみとめられるに至り，KUPFFER 氏胞は次第に消失する．70時間後には血液の流動がみとめられ胚体は盛んに活動する．同時に耳嚢の後方に黄色胞群が出現する．77 時間後には胸鰭の原基が現れ更に 100 時間 後には胸鰭の運動がみとめられ，胚体はほぼ卵内を一周する．受精後 8 ～ 9 日目に 黒色胞が体の前部より現われ次第に後方にひろがる． 受精後 10 日目に 孵化を開始， 14 日目に及んだ．このうち 12 日目に孵化したものが最も多い． この間の水温は 22～26°C でかなり変動が著しかつた．

第二型，すなはち対馬暖流沿岸水系に属する福岡県志賀島漁場で人工受精を行つた卵は，受精後 2 時間で 第 1 分割を終り， 3 時間で 第 3 分割， 8 ～10 時間で 桑実期，10～18 時間で胞胚期を終り，約 20 時間で 嚢胚形成を 開始，胚環が 現れる． 約 30 時間で 胚盤は卵黄の半ばをおおい 原条を生ずる． 35 時間 後には 胚体 中央に 3 ～ 4 個の 体節がみとめられ

KUPFFER 氏胞が出現する．約 40～48 時間で原口が閉じ，胚体は卵周の約 1/2 に達し眼胞が明かとなり，体節も 12～14 個が数えられる．55 時間後には耳嚢が明かとなり同時に心臓も形成され，60 時間後にはその拍動がみとめられる．68 時間後には血液の流動が活発となり，82 時間後には耳嚢後方に黄色胞群が現われ，胚体はときどき運動する．90 時間後に胸鰭の原基が現われる．この段階までの孵化槽の水温は 19～22°C，塩分にはかなり変動があつたようで（当時北九州には空前の豪雨が連日に及んだため），斃死卵も多く発生にも著しい遅速を生じた．

受精後 90～117 時間の間に志賀島より鹿児島まで輸送したが，この間に水温が著しく上昇，29°C に達した．その後は筆者の教室に於て水温 23～24°C に保つた孵化槽内でゆるやかな通気を行いつつ哺育した．

受精後 5～6 日で黄色胞は胚体をおおい，腹鰭の原基も明かとなり，胸鰭の運動がみとめられるようになる．9～10 日目には胚体は卵を一周しその尾端は頭部に重なり，前部より黒色胞が現われる．

受精後 13 日目より孵化し始め 15 日目に終る．上記のような事情のため孵化に至らず斃死した卵も多かつた．

孵化は日没後（室内に点灯しておけば消灯後）に行われる．孵化に当つては先ず胚体の口と鰓蓋の運動が始り，次に卵膜が膨み卵黄を捲いていた胚体が次第に伸長する．卵径は大きくなり楕円形を呈するに至り，やがて胚体は烈しい運動と共に不規則な裂孔を卵膜に残して勢よく孵出する．弱つた個体で徐々に孵出するものもあるが，このようなものは卵の附着糸に絡まれて斃死する場合が多い．

仔魚期（Pls. 26, 27）：卵の附着糸の配列には 2 型があるにもかかわらず，稚仔にはここに採集された範囲では黒潮沿岸水系のものと対馬暖流沿岸水系のものとに形態的な差異をみいだすことができない．ここには主として九州南部及び東部近海産のもの，すなわち黒潮沿岸水系のものについて述べ，九州北部及び西部近海産のもの，すなわち対馬暖流沿岸水系のものを以てこれを補うこととする．

人工孵化の標本によれば孵化直後は体長 4.2～4.9 mm（全長 5.2～6.1 mm），体は比較的細く卵黄はかなり残存し腹部の最高の体高は肛門部の体高の 2.2 倍，頭部は円く吻は未だ形成されていない．各鰭は膜鰭状で垂直鰭は相連り，背鰭と臀鰭とはそれぞれ定数の鰭条基底の原基をおびる．胸鰭と腹鰭とはウチワ状で鰭条はみとめられない．色胞は腹面を除いては体の全面をおおい（個体によつては孵化直後には黒色胞は体の前部にのみ発達し未だ後半部に及んでいないものもある），後頭部より背鰭に至る正中線両側には約 20 個がならび，体側には腹鰭基底の上方及び背鰭と臀鰭との間にいずれもおよそ 8～9 列をなし，尾柄部及び尾鰭上にも散在している．

孵化後 36 時間内外で卵黄は吸収され体長 6.2～6.6 mm（全長 7.3～7.6 mm）に達する．

餌料を充分に与えることができなかつたので人工孵化の仔魚はこの時期を経て後に相次いで斃死した．

天然の標本では体長 6.0～7.0 mm（全長 7.0～8.1 mm）では吻はとがり体も細く，垂直鰭のほか胸鰭および腹鰭にも 3～4 個の鰭条原基が現われ同時に色胞もみとめられるようになる．

体長 9.1 mm（全長 10.8 mm）では頭は更に大きくなり体長はその 3.8 倍，胸鰭は腹鰭起

点上方に，腹鰭は肛門附近に達し，前者には 13 鰭条が明かとなる．腹鰭基底は体のほぼ中央に位置を占める．臀鰭は背鰭より高くその最長鰭条長は前者は後者の約 1.4 倍，両鰭共に定数の鰭条を有する．尾鰭は下葉がやや大きくなるが後縁はほぼ一直線をなす．色胞群は腹鰭基底の上方及び肛門の前上方において横帯を形成する傾向を示す．胸鰭の上半部及び腹鰭の全面が色胞におおわれるがその他の鰭は淡色である．

稚魚期（Pls. 27, 28）：体長 14.2mm（全長 18.1mm），胸鰭条数は定数に達する．頭長はなお大きく体長はその 3.7 倍，腹鰭基底はやや後方に位置を変え，その吻端からの距離は成魚の場合とほぼひとしくなる．下顎縫合部の両側に後に述べるような一対のひげ状器官が現れる．体側の色胞は胸鰭基底，腹鰭基底の上方，両者の中間ほぼ中央，肛門の直前上方，臀鰭の後半部上方にそれぞれ横帯を形成する．肛門より後方では体側中央に幅の広い縦帯が現れて後方の各横帯を連ねる．両対鰭のほか背鰭前半部にも色胞を生ずる．

体長 19.8mm（全長 24.8mm）では胸鰭はほぼ背鰭前端に達し，腹鰭は臀鰭基底の後端に達する．その最長鰭条は両対鰭共に 3 ～ 4 番目，背鰭は臀鰭より高くなる．尾鰭後縁は叉入する．腹鰭より前方では側線上に鱗が現われる．体側の色帯は一層明瞭となるがその位置に変化はない．ひげ状器官は発達して後端は眼の前縁を超える．

体長 32.0mm（全長 40.5mm）に達したものは全く鱗におおわれる．頭長は成魚とほぼひとしくなり，腹鰭基底はふたたびやや前進し成魚よりかなり前方に位置を占める．その第 2 鰭条が最長で先端は尾柄中央に達する．ひげ状器官もよく発達して眼の後方に達し，幅が広くなつて左右両片はその基部中央では相接する．基部に近い約 1/3 は多少厚みを持つが先端に近ずくに従い薄膜状となり皺襞に富む．胸鰭，腹鰭および背鰭の各々に，側面よりみれば体側横帯と相応ずる位置に，数個の暗色横帯を生ずる．すなわち胸鰭には基底部とその外方に各一帯，外縁に近く一帯，更に第 2 帯及び第 3 帯の中間で上縁に近く一暗色斑がある．腹鰭では基底部，中央部及び外縁に 3 帯が走る．これらの横帯は凸部を外方に向けて弧状を呈する．背鰭では前端と後半分とに暗色斑がある．臀鰭には色胞がないがその他の鰭では色帯や暗色斑以外の場所にも色胞が散在している．

体長 66.0mm（全長 76.0mm）では胸鰭の先端は背鰭の中央部に，腹鰭の先端は尾柄後部に達する．体側後方の横帯は輪郭が不明瞭となり同時に淡くなる．これに伴い胸鰭，腹鰭ともに後方の暗色帯は複雑に変化し断続する雲形斑となる．尾鰭下葉上に前後にならぶ 3 個の暗色斑が明かになる．

未成魚期（Pl. 28）：体長 154mm（全長 200mm）ではすでにひげ状器官は消失し，腹鰭の位置も成魚と同様となり概して成魚と異らぬ印象を受けるが，腹鰭のみは成魚よりもなおかなり長く先端は尾柄中央に達する．第 3 鰭条が特に長い．体側の横帯のうち前方の 3 個，すなわち胸鰭基底，腹鰭基底及びその中間の 3 帯は体側下部より腹面にかけて残存しているが，腹鰭より後方では横帯は不明瞭となり体側中央の縦帯は幅広く顕著となる．胸鰭ではその基部はやや暗色で，この暗色部の上部は鰭の上縁に沿い後方に延び，後部には輪郭の明かな幅の広い暗色横帯が走り，その中間に鰭を横断する淡色帯を，後縁には幅が眼径にひとしい淡色縁を残す．腹鰭は各鰭条が色胞をおびるほか基部に近い鰭膜もやや暗色を呈する．その他の鰭の色相はすでに成魚に異らない．

未成魚期の標本のうちやや小型の，対馬暖流沿岸水系に属すると思われるものは，長崎県五島の生月島で比較的多数採集されたが，体長 130mm（全長 160mm）内外では胸鰭の

斑紋は稚魚期における暗色横帯の第1帯，第2帯は輪廓が不明瞭となり，その後方上縁の暗色斑もこれに連る傾向を示し，第3帯のみは明瞭で幅広い濃黒色の横帯をなす．腹鰭は全体濃黒色で後半部に一淡色帯が走る．背鰭は暗色で特にその中央部の上半は濃色，臀鰭も後部下縁は色胞をおびる．体長160mmに達したものは上記の種子ケ島採集の標本と同様の特徴を示す．

これらの幼期の標本のうち11個体の個体別測定値を Table 24 にかかげる．

Table 24. *Cypselurus heterurus döderleini* (STEINDACHNER)
Juvenile

Measurements and Counts

Locality Date collected	Make-shima (Hatched in the laboratory) 1950–6–11	Tanegashi-ma 1952–6–5	Uji-Is. 1953–6–18	Sada-misaki 1954–6–11	Koshiki-jima 1951–6–8
Stage	prol	post-l	young	〃	〃
Body length in mm	4.7	9.1	14.2	19.8	32.0
Total length in mm	5.7	10.8	18.1	24.8	40.5
in per cent of body length:					
Depth of body	29.0	17.5	19.5	15.2	15.6
Breadth of body	—	—	16.3	15.2	14.1
Head length	22.2	26.6	27 4	25.3	23.4
Snout length	—	—	6.8	5.6	4.7
Diameter of eye	9.7	10.9	10.5	9.1	9.1
Postorbital length	—	—	10.5	9.6	8.1
Interorbital width	—	—	—	9.1	8.4
Length of barbel	—	—	—	6.8	5.6
Distance from snout to:					
Ventral	48.4	50.0	57.8	53.0	53.2
Dorsal	—	66.6	67.3	65.6	68.2
Anal	—	73.2	73.6	73.3	74.3
Pectoral length	—	26.7	35.8	40.4	51.5
Ventral length	—	19.2	27.4	34.4	43.8
Length of the longest dorsal ray	—	7.5	—	18.2	17.2
Length of the longest anal ray	—	10.8	—	14.2	12.5
Length of dorsal base	—	20.8	22.1	20.7	21.9
Length of anal base	—	14.2	10.5	14.7	13.7
Depth of caudal peduncle	—	6.7	7.4	7.5	6.6
Length of caudal:					
Upper lobe	—	—	—	16.2	17.2
Lower lobe	—	20.8	26.8	27.8	29.6
Number of:					
Dorsal rays	—	13	13	13	13
Anal rays	—	10	10	19	10
Pectoral rays (i+n)	—	12	15	15	14

Table 24. (Continued)

Locality & Date collected	Totoro 1950–7–12	Ikitsuki-jima 1953–10–5	Tanegashima 1951–11
Stage	young	immature	〃
Body length in mm	60.0	129	154
Total length in mm	76.0	166	200+

in per cent of body length:			
Depth of body	16.0	18.4	17.4
Breadth of body	15.0	13.2	13.6
Head length	23.0	23.3	22.4
Snout length	5.8	6.2	6.3
Diameter of eye	8.3	7.8	7.5
Postorbital length	10.0	10.9	9.5
Interorbital width	8.3	8.1	7.8
Length of barbal	7.8	—	—
Distance from snout to:			
Ventral	52.3	55.7	58.6
Dorsal	67.5	69.0	71.5
Anal	74.6	76.8	79.5
Pectoral length	57.5	66.8	65.0
Ventral length	46.7	41.2	37.8
Length of the longest dorsal ray	15.3	12.4	12.3
Length of the longest anal ray	10.8	11.0	9.1
Length of dorsal base	20.0	19.0	18.5
Length of anal base	12.5	14.0	11.7
Depth of caudal peduncle	6.8	6.9	6.8
Length of caudal:			
Upper lobe	17.5	19.4	20.1+
Lower lobe	27.5	27.5	28.8+
Number of:			
Dorsal rays	13	14	13
Anal rays	10	10	10
Pectoral rays (i+n)	15	16	15

類縁：大西洋産の本種に近縁のものとして，Bruun (1935) は主としてカリブ海に分布する *C. lutkeni* Jordan et Evermann と，25°N 以北の高緯度の海域（及び地中海）に産する *C. heterurus* (Rafinesque) をあげ詳細に記載している．しかし Breder (1938) は *C. heterurus* と *C. lutkeni* との間には種を分つほどの差異はないとし，後者を前者の synonym として幼期の形態をも含めて記述している．ツクシトビウオはいずれかといえばむしろ高緯度型の *C. heterurus* に近い特徴を示すが，主としてカリブ海で採集された幼期標本にみられる発育過程にも本種との間に著しい差異はなく，ただ前者ではひげ状器官がやや長く胸鰭の斑紋が多少異なつているのがみとめられるのみである．

一方 Breder (1927, 1938) によればカリブ海産のものの卵巣卵は直径 1.6～1.8 mm，その全表面から不規則に附着糸を生ずると述べているのに対し，D' Ancona (1932) は地中海産のものの卵発生を観察しその熟卵は直径 1.48～1.86 mm，一端に 1 個のやや太い附着糸があり，これと相対する一端に 10～20 個のやや細い附着糸を生ずると記載している．このように産地によつて卵の附着糸配列の状態を異にすることは，ツクシトビウオにみられるところと同様の傾向を示しているもので，本種には地方的に独立したいくつかの種族があることを暗示している．

大平洋西部，シナ海，東インド諸島海域では *C. unicolor* (Valenciennes) 及び *C. simus* (Valenciennes) は本種と近縁のものではないかと思われるがそれらとの関係を明らかにするのはなお困難である．ここにはこれらのものとは関係なく Abe (1954) に倣い，Steindachner (1887) によつて創設され永く *Cypselurus agoo* の synonym として取扱われ，Abe により *C. heterurus* の亜種として復活した *C. heterurus döderleini* を用いることとした．

特徴：日本近海産のトビウオ類のうち本種にもつとも近い形態を有するのはホソトビ *C. opisthopus hiraii* 及びウチダトビウオ *C. naresii* である．本種とこれらの両者との外観

的差異として先ずあげられるのは前者に比し後二者では腹鰭の基底がかなり後方（吻端との距離は前者では体長の56～58％，後二者では60～62％）にあることである．更にホソトビでは眼がやや小さいこと，体の前部において側線に沿いツクシトビウオのように角張つていないこと，胸鰭が比較的短く多くは背鰭中央下方に達するのみであることなどに差異がみとめられる．胸鰭の斑紋にも多少の差異があるがこれによつて両者を分けることは実際に当つては困難な場合が多い．脊椎骨数もその変異の範囲が重複しているので決定的な差異とはなし難い．阿部氏によればこの両種の中間種，或は雑種と思われる個体が採集されることがあるという．

ウチダトビウオは成魚は1個体採集されたのみであるが，外観が本種にきわめてよく似ている．ただ胸鰭と腹鰭とが共に長く先端が尾柄中央に達するので注意すれば識別することができるものと思われる．脊椎骨数には5～7個の差があるので（ツクシトビウオの方が多い），これによれば両者を混同するおそれがほとんどない．

仔魚期の初期には体側全体が色胞におおわれている点で本種はハマトビウオ，ホソトビ，アリアケトビウオ，アヤトビウオ，トビウオなどと同様の形質を示すが，色胞数はそれらの諸種のうちではもつとも多く，腹鰭の上方，背鰭と臀鰭との間に約8～9例をなす．やや成長すれば体側には横帯が発達し始め，尾部中央には縦帯があらわれる．体長12～14 mmで下顎先端に一対のひげ状器官を生じ10cm内外のものにもその残存がみとめられる．そのもつとも発達する時期にあたる体長35～75 mmの個体でも体長の6～11％に達するに過ぎず，後方に延ばしても眼の中央をわずかに超えるのみである．背鰭は幼期を通じて特に高くはならない（もつとも高いときも臀鰭の1.5倍内外）．体長30～100 mmのものでは体側腹面，尾鰭下葉に暗色横帯が，胸鰭にもこれに連るやや乱れた横帯が現れる．体長10cm以上では一般のトビウオ類成魚とほぼ同様の体色を示すが，胸鰭は成魚と異なり基底部は暗色，後半部は濃黒色でその間に淡色帯を残し，腹鰭も中央後半部が暗色を呈する．

生態：本種はホソトビと共に九州南部のトビウオ漁業のもつとも重要な対象となるもので，鹿児島県では種子ケ島西方の馬毛島，屋久島，中ノ島などの沿岸，宮崎県では都井岬を中心とする沿岸一帯がその主な漁場となる．これらのうち馬毛島及び屋久島のトビウオ漁場に関しては鹿児島県水産試験場が1953年以来調査をすすめており，筆者も1950年以来数回現地で採集を行つた．

馬毛島，屋久島の漁場にトビウオ群が姿を現すのは通常5月上旬，八十八夜前後である．その後5月下旬より6月上旬を盛漁期とし7月上旬に終漁となるが，ツクシトビウオは初漁期より6月上旬までに多く，その後はホソトビが次第に多くなり，終漁期が近ずくとアヤトビウオが現われてツクシトビウオはほとんどみられなくなる．

漁場の水温は漁期の始めには20～22°C，盛期には22～24°C，終期の7月上旬には25～27°Cに達する．ツクシトビウオの産卵はこのうち5月中旬より6月上旬の水温23～24°Cの時期を中心として行われる．

漁群探知機による調査では魚群は初漁をみるよりもかなり以前に沿岸に到達しているらしく，4月下旬に夜間距岸1000 m，水深50 m内外にその影像をみとめた例がある．産卵期に入り沿岸に来游した魚群は昼間は比較的分散して距岸2～3浬以内の表層を游泳しているが，日没後には集合して密群をなし20～30 mの海底に沿つて海岸に接近し20～21時頃

には産卵場附近に密集する．産卵は早暁3時頃よりおそきも8時頃までに行われ，産卵魚群は深さ7～20mの海藻の叢生した場所に，上下相重なり首尾相接して，胸鰭を半ば開き旋回しつつ体を左右に揺り放卵放精を行う．産卵を終つた個体は次々に一挙に海面近くまで浮上し，その後0～10m内外の表層を沖合に退避すると云う（以上種子ヶ島西之表町の後庵弥三郎氏談）．筆者の観察でも産卵行動の行われた場所では直径70～80mにわたり海水が乳青色に染めわけられるのがみとめられた．このような現象を馬毛島では‘アゴをたてる’と称し漁期には普通にみられるところである．

この漁場におけるツクシトビウオの体長組成は筆者の測定した一例（1953年6月1日）では体長225～280mm，そのmodeは245～255mmにあり，平均体長には雌雄による差はみとめ難い．又，この資料における雌雄比は237個体中♀104＋♂113＋不明20で♀100に対し♂108.5にあたり♂の方がわずかに多い．鹿児島水試の調査によれば一般に漁期の始めには平均体長が大きくmodeは260～270mmに達するが中期以後には上記のようにやや小型のものが多くなるという．

漁場附近の流れ藻に卵塊が附着しているのをみる場合は稀であるが，漁場附近で釣獲されるヒラアジ類，メジナ，タカノハダイ類，ニザダイ類，ブダイ類などはこの時期にはトビウオ卵を飽食しているのが常である．漁獲されたツクシトビウオの消化管内から大量のトビウオ卵が見出される例も少なくない．

流れ藻の間にトビウオ類の種々の大きさの稚仔がみられる場合は非常に多い．しかしツクシトビウオの幼期においては多数が群をなしているのは仔魚期のみにみられるところで，筆者の観察したものでは孵化後1日乃至2～3日と思われる橙横色の仔魚が数百尾以上の大集団をなしてホンダワラ類の流れ藻の中に潜んでいた例がある．体長10mm内外より大きい稚仔は一時に数尾～十数尾が採集されることがあるが上のように大きな群はみられない．

本種の稚魚は生時には体側と対鰭は金属光沢をおびた橙黄色，横帯は褐色でその周辺は特に赤みをおびる．背鰭も美しい橙色，虹彩は金色，ひげ状器官は橙色で多数の黒点をおびる．仔魚期，稚魚期を通じて橙黄色を基調とする体色はホンダワラ類の流れ藻の色相に酷似しており，特に小さいものは流れ藻の葉体，或は枝の小片の如き印象を与える．

これらの稚魚は南九州近海では夏期を通じてみられ，7～8月頃には成長の速かなものは全長80～100mmに達する．更に成長したものは流れ藻を離れて自由游泳をなすに至るので採集される機会が少ないが，10～11月には体長100～160mm（全長160～200mm）に達し定置網などに罹つて漁業の対照となる．

九州西岸の天草富岡の漁場でも，ツクシトビウオの産卵は他のトビウオ類よりも早く，5月上旬より入梅前後までを盛期とする．産卵場はややおくれて出現するホソトビよりも沿岸に接近しており，小型の桝網に罹網する場合があり，極端な場合には波打ち際で産卵行動がみられた例もあるという．天草におけるトビウオ類の生態については TSUKAHARA (1957) の詳しい研究がある．

8月下旬より10月下旬にかけて五島の平戸島及び生月島周辺ではトビウオ類未成魚の漁業が行われるが，その半ばを占めるのは体長8～9cmより17cm内外までのツクシトビウオで，ホソトビ，アリアケトビウオがこれに混獲される．

ツクシトビウオはその成長の状態から見て満一年で成熟産卵するものと思われる．多く

のトビウオ類と同じく体鱗，耳石などによつて年令を推定するのは困難であるからその寿命は明らかにし難いが，産卵期以後にも稀に成魚が採集されること，一漁期を通じて出現する魚群体の体長のモードにかなりの差があることなどからみて，一年で生命を終るものではないようである．

分布：Abe（1954）によれば屋久島より北海道石狩湾までの本邦全沿岸，伊豆七島北部などに分布する．筆者の採集では南方は更に薩南群島，奄美群島の諸島，沖縄本島に達している．

本種はその卵型から見て2種族に分たれること，九州沿岸に於ける各種族の分布などについてはすでに述べた．本州四国などの沿岸に産するものについては未だ明かにされていないが，おそらく太平洋側には前記の黒潮沿岸水系型のものが，日本海側には対馬暖流沿岸水系型のものが分布しているものと推定される．

本種の稚仔は1953年以来ひきつづいて行われているシナ東海表層の魚卵稚仔の調査の結果によれば，九州沿岸にはふつうに見られるが黒潮，対馬暖流の本流内ではむしろ稀で，それより西方沖合にはほとんど現われておらず，トビウオ類としてはもつとも沿岸性の著しいもののひとつと考えられる．

12. *Cypselurus opisthopus hiraii* Abe

ホ　ソ　ト　ビ

Plates 1, 2, 29–33; Tables 25–29

オド…式根島，ホソ…伊豆七島，マル，マルアゴ…天草，メアゴ…志賀島，ヘイジロウ…種子ケ島，屋久島

成魚の形態（Pl. 29, fig. A）：体長200～230mm，全長250～280mmに達するものを普通とする．薩南諸島，熊本県，福岡県，宮崎県などの沿岸，五島海域などで採集された標本によれば脊椎骨数は45～47個（30＋15, 30＋16, 31＋15, 31＋16）．背鰭条数11～14（多くは12, 13），臀鰭条数8～10，胸鰭条数16, 17（前端の微小の萎縮鰭条を含む），後頭部より背鰭前端に至る正中線上の鱗数31～35，背鰭起点と側線との間の鱗列数7又は8，側線と臀鰭起点との間の鱗列数2又は3，鰓耙数5～7＋20～23＝26～29．

又，上記の標本のうち12個体（♂8＋♀4）の測定値は次のようである．

体長を100とすれば：体高17.1～18.5，体幅14.6～16.2，頭長20.8～23.5，吻端より腹鰭起点までの距離59.8～62.3，（多くの個体では60.5～61.5），背鰭起点までの距離68.8～71.6，臀鰭起点までの距離79.5～81.8；胸鰭長62.3～66.5（多くは62～64），腹鰭長26.5～30.0（多くは26～28），最長背鰭条9.8～11.6，背鰭基底長17.1～19.5，最長臀鰭条5.9～7.2，臀鰭基底長8.8～9.6，尾柄高6.0～6.9，尾鰭上葉長18.6～20.8，下葉長28.5～30.2，吻長5.7～6.6，眼径5.7～6.5，眼後部長10.4～11.3，眼間径6.5～7.8．

これらのうち5個体の個体別測定値は Table 25 にかかげる．

Table 25. *Cypselurus opisthopus hiraii* Abe
Measurements and Counts

Serial Number	KCF 1865	KCF 1864	KCF 872	KCF 3084	KCF 1863
Locality	Kagoshima	〃	Ôsumi	Amakusa	Kagoshima
Date collected	1950-6-20	〃	1948-2	1953-6-14	1950-6-20
Sex	♀	♂	♂	♀	♀
Body length in mm	192	193	193	199	210
Total length in mm	242	245	245	247+	259
in per cent of body length:					
Depth of body	18.2	18.1	18.1	17.7	17.2
Breadth of body	15.6	16.1	15.0	14.1	15.2
Head length	22.9	23.3	22.2	21.3	21.9
Snout length	6.7	6.5	5.7	6.6	5.7
Diameter of eye	6.5	6.3	6.2	5.7	6.2
Postorbital length	10.8	10.9	10.9	11.6	11.0
Interorbital width	8.9	8.8	8.3	6.5	8.3
Distance from snout to:					
Ventral	71.5	69.5	71.6	70.4	70.0
Dorsal	78.6	79.2	81.2	79.7	80.7
Anal	60.0	62.2	61.2	60.3	61.4
Pectoral length	65.2	64.3	64.7	64.4	62.3
Ventral length	28.6	29.0	27.0	28.6	26.7
Length of the longest dorsal ray	10.4	10.9	10.6	11.3	11.0
Length of the longest anal ray	6.0	—	6.5	7.0	—
Length of dorsal base	19.2	18.2	17.1	18.6	18.1
Length of anal base	8.9	9.3	9.3	9.5	8.6
Depth of caudal peduncle	6.8	6.2	6.2	6.6	6.7
Length of caudal:					
Upper lobe	18.6	19.2	—	21.1+	19.5
Lower lobe	29.5	30.0	—	26.2+	29.7
Number of:					
Dorsal rays	13	13	12	13	12
Anal rays	9	8	9	9	9
Pectoral rays (i+n)	15	15	15	15	15
Predorsal scales	33	33	34	31	32
Scale rows above lateral line	8	8	8	7	8
Gill rakers	6+23	6+22	6+22	—	6+23
Vertebrae	—	—	—	—	—

本種はツクシトビウオに較べれば頭長はわずかに小さいのみであるが，頭高が体高に比して低く体幅はやや広いので頭部が著しく小さく見える．眼はツクシトビウオよりも小さく眼後部はかえつて長く，後者は前者の直径の 1.7～1.8 倍，体側腹面は側線に沿い著しく角張つてはおらずトビウオ類としては断面がかなり円みをおびている．吻端と腹鰭基底との距離は体長の 60 per cent をわずかに超え，腹鰭起点と尾鰭中央鰭条先端との距離は，前者と眼の後縁，又はそのやや後方との距離にひとしい．胸鰭は第 3 鰭条（前端の萎縮鰭条を除く，以下同様）が最長で先端は背鰭基底の後半に達し，腹鰭は第 2 鰭条が最長で臀鰭の後半に達する．両対鰭共に本属のうちではもつとも短い方である．両顎歯は小さく大部分は円錐形，口蓋骨上にも小円錐歯がある．胸鰭基底後方の鱗はほぼ五角形，前縁は垂直でその中央は帆立介殻状を呈し，後縁は後方に突出する．核はほぼ中央にあり前方に向い数個の放射線を生ずる．

色相：体色には著しい特徴はない．胸鰭は鰭条はすべて色胞をおび，鰭膜は上方より第 7 ～ 8 鰭条間まではほとんど暗色，それより下方及び第 1 ～ 3 鰭条間の先端に近い部分には色胞は欠く．暗色部はカラストビウオやアリアケトビウオのように濃藍黒色ではなく紫

褐色を呈する．腹鰭はほとんど淡色で中央鰭条のみがわずかに色胞を有する．背鰭は一様に暗色，臀鰭はほとんど無色，尾鰭は全体黒色をおびる．

生活史：1955年6月12日及び13日の両日熊本県天草郡富岡で本種の人工受精を試み，孵化後更に75日にわたつて室内飼育をつづけ，卵内発生及び稚仔の発育過程を観察した．

天然の幼期資料としては鹿児島県屋久島，甑島，枕崎及び志布志，宮崎県土々呂，熊本県天草島などで体長8.8～104mmの21個体が得られ，五島生月島では体長108～170mmの未成魚20個体が採集された．

卵（Pl. 1, fig. D）：人工受精に用いた本種の卵は直径1.52～1.61mm（10個測定），その全表面より一様に28～44個の長さ15～21mmの附着糸を生ずる．成魚の抱卵数はTable 26に示すように約6000～8500個を数える．

Table 26. *Cypselurus opisthopus hiraii* Abe
Number of Ripe Ovarian Eggs

Body length	Number of Eggs		
	Right Ovary	Left Ovary	Sum
199 mm	3,397	2,335	5,732
211 mm	3,789	3,073	6,862
232 mm	4,614	3,858	8,472

卵内発生（Pl. 2）：人工受精は1955年6月12日20時30分ならびに13日2時20分の2回にわたり，九州大学附属富岡臨海実験所の採集船おおしま丸の船上で行われ，受精卵は翌日鹿児島大学水産学部生物学教室に輸送し，以後水温22～24°Cの孵化槽中でゆるやかに通気しつつ哺育した．卵内発生の経過はおおむね次のようである．受精後1.5時間で胚胞隆起，その後1時間で第1分割が，更にほぼ1時間ごとに第2乃至第4分割がみられ，8～9時間後では桑実期に達する．この状態で7～8時間を費やして天草より鹿児島まで輸送したが，嚢胚形成期より原口閉鎖期にかけて発生に著しい遅速を生ずるに至つた．順調に経過したものは35時間で原口を閉じ，45時間後には眼胞を生じ，Kupffer氏胞が現れ，65時間後には4～5個の体節がみとめられる．75時間後には心臓が搏動を開始，耳嚢，脳の外形が明かとなりKupffer氏胞は消失し始める．81時間で血液の流動を見る．95時間後には胚体はすでに活動し120時間後には胸鰭を生じ同時に腹鰭の原基も現れ，前者の前方に始めて褐色胞群が出現する．6～7日で胚体は卵膜内を一周し，頭部背面，体の前部などから黒色胞が発達し始める．このようにして受精後9日目より孵化を開始し12日目に至つた．その日までに孵化しなかつた卵はすべて斃死した．

ホソトビに於いても孵化は必ず日没後主として前半夜に行われることはハマトビウオ，ツクシトビウオ，トビウオなどと軌を一にする．又，点灯しておけば夜間にも孵化は抑制され，孵化は明るさと関連を持つことは明らかである．Table 27にその実態を示した．

仔魚期（Pls. 29–31）：孵化直後の仔魚は体長3.8～4.4mm（全長4.5～5.1mm，10個体測定），卵黄はかなり残存しており腹部における体高は腹鰭後方における体高の約2.0倍．吻端は円鈍で頭部は短く，体長はその約4.5倍にあたる．各垂直鰭は膜鰭状で相連り，背

Table 27. *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE
Time of Hatching

10–11th day after fertilization		11–12th day after fertilization	
Time (o'clock)	Number of Hatching	Time (o'clock)	Number of Hatching
Light put on		Light put out	
19—20	4	—16	1
20—21	5	16—18	3
21—22	12	18—20	7
22—23	21	20—22	47
Light put out		22—24	7
23—09	ca. 300	0— 8	4

鰭では 8 ～9 個の，臀鰭では 6 ～7 個の 鰭条基底の原基がみとめられ，尾鰭はやや背方に向い 10 個 内外の鰭条原基が発達する．胸鰭及び 腹鰭も膜鰭状で前者はウチワ状，後者は先端がややとがる．色胞は頭部の背面及び側面，体側などにかなり密在し，後頭部より背鰭前端に至る正中線両側に約 20 個 の黒色胞がならび，腹鰭基底上方には 約 6 列の 不規則な黒色胞列が数えられる．尾柄後端及び腹面には色胞がない．

孵化後 30～50 時間経過したものでは体長 4.8～5.0 mm (全長 5.5～5.7mm), 卵黄はほぼ完全に吸収され体は細くなり，吻が発達して頭部の形態が整うと共に 頭長がやや長くなる．背鰭と臀鰭との後端は深い欠刻で尾鰭と分れるが未だ膜状で定数の鰭条原基をおびる．尾鰭は水平に後方に延びやや高さを増す．胸鰭の後端はその基底と腹鰭基底の中間，前方より 2/5 の点に達する．胸鰭には 2 ～3 個の，腹鰭には定数 6 個の鰭条原基が現れる．色胞のうち体の下半分にあるものは多くの個体で拡張しており，そのために 腹面が暗色をおびるものが多い，尾柄部にはやや顕著な黄赤色胞がみとめられる．胸鰭及び腹鰭では基底部附近に色胞が現れ次第に鰭上にひろがる．

孵化後 7 ～8 日を経たものは体長 8.3～9.4 mm (全長 9.9～11.8 mm)，腹鰭及び各垂直鰭の鰭条は定数に達するが胸鰭条は未だ 10～12 個 を数えるのみ，胸鰭の 先端は その基底と腹鰭基底との中間中央，又はやや後方に，腹鰭は肛門附近に達する．腹鰭の基底は体のほぼ中央に位置を占める．臀鰭の起点は成魚と同じく背鰭の第 4 ～5 鰭条下方にあり，背鰭よりかなり高くその 1.6～1.7 倍 を測る．尾鰭も拡がつて後縁はわずかに凹入する．色胞は背鰭及び 臀鰭上にも基底に 接して少数現れ，尾鰭上では鰭条に 接して縦列をなす．胸鰭は基底部より上半部にかけて暗色，腹鰭は大部分暗色を呈する．生時には個体により体がほとんど白色のもの，橙黄色のもの，背面のみ橙黄色で 腹側暗褐色のもの，胸鰭基底，腹鰭基底の上方，両者の中間ほぼ中央，背鰭前部と肛門との間，及び 背鰭後部と臀鰭との間にそれぞれ暗褐色横帯を有するもの，全体黒褐色のものなど種々の色相を示す．尾柄後端には銀白色の輝斑がみとめられる．

孵化後日を経るに従いその発育状態，特に体長には大差を生ずるが，順調に 成長したものは 10 日後には全長 13 mm 内外, 15 日後には 15 mm 内外, 20 日後には 20 mm 内外，25 日後には 27 mm 内外に達する．孵化後 73 日目に斃死した稚魚は体長 24.0 mm, 全長 31.2 mm に達していた．

体長 14～16 mm（全長 18～21 mm）の個体では頭部がかなり大きく体長はその 3.7～3.8 倍にあたる．胸鰭先端は腹鰭基底を越え第 2 鰭条以下は分岐し始める．腹鰭先端は臀鰭の前部に達する．尾鰭は全く二叉し下葉は上葉より大きくなる．体長 14.7 mm（全長 19.2 mm，孵化後 23 日）の個体の下顎先端に ひげ状器官の 原基として一個の前後に扁平な 膜質の隆起がみとめられる．個体によつては腹面は黒く背面は青藍色を呈するに至る．

稚魚期（Pls. 32, 33）：体長 18～22 mm（全長 24～28 mm）に達したものでは胸鰭条も定数（15～17 個，萎縮鰭条を含む）を数え稚魚期に入る．頭部はなお大きく体長はその 4.0 倍内外，腹鰭基底の位置はほぼ成魚と同様となる．胸鰭先端は背鰭起点を超え，腹鰭先端は臀鰭の中央に達する．鱗は発達して前部より次第に後部にひろがる．多くの個体では仔魚期の終と同じく背面は青紫色で 腹面は暗褐色であるが，体の前半ではその境界が明瞭で，暗色部は眼の下方から胸鰭基底後方にかけては特に濃色の幅広い縦帯をなし 銀白色の光沢をおびる．背鰭は大部分暗色，臀鰭は基底部と後半の 一部が暗色，胸鰭は基底部より上半の大部分にかけて，腹鰭は全体が暗色を呈する．これらの鰭の暗色の部分は生時には青紫色をおびる．ひげ状器官の発達は飼育稚魚では正常を欠き，この大きさに達しても全くみとめられないものが多く，比較的よく発達したものでも天然の稚仔に比べると 短小で幅も狭い．

天然の稚魚では体長 14.0 mm（全長 17.5 mm）の個体は頭部の大きさを除いてはほぼ同じ長さの飼育稚仔と同様の形態を示すが，下顎先端の ひげ状器官はよく発達し一個の小花弁状をなす．その中央には前後に走る稜状の小隆起線があり後縁は円みをおび中央に一欠刻を有する．はなはだ短く後方に圧しても眼の前縁に達しない．体長 16～17 mm 以上の稚魚でひげ状器官を欠くものはみられない．

体長 70～85 mm（全長 83～105 mm）では頭長は成魚に近くなり，胸鰭の先端は背鰭後部に，腹鰭先端は尾柄前部に達する．背鰭は臀鰭よりもかえつて高くなる．ひげ状器官は特に伸長せず鼻孔下方に達するのみである．背面は暗色，腹面は銀白色で，吻端より眼及び胸鰭基底下方を経て腹鰭基底上部に達する巾の広い暗色縦帯をおびる．背鰭は大部分暗色で，上部，後部は特に濃色，臀鰭も後半部が暗色を呈する．尾柄後端は暗色で尾鰭下葉には 2 暗色横帯がある．胸鰭は先端の小部分と下部 6 ～ 7 鰭条間を除いては広く暗色，腹鰭も全体暗色を呈する．

未成魚期（Pl. 33）：体長 115 mm（全長 147 mm）に達したものでは一般的な外観は成魚に近くなる．頭長はなお成魚よりわずかに大きいが腹鰭は成魚にひとしく比較的後方より生ずる．未だかなり長くて先端は臀鰭の後端を超える．ひげ状器官はすでに後をとどめない．体色はほとんど成魚と同様で側面前部の暗色縦帯も不明瞭となる．しかし胸鰭と腹鰭とは稚魚期の終りと同じくなお大部分は暗色で臀鰭後部にも暗色斑をとどめる．

体長 130 mm 内外では胸鰭はかなり褪色して成魚に近い状態となり，150 mm 内外に達すれば腹鰭もほとんど淡色となる．体長 170 mm の個体ではほとんど成魚と同様の特徴を示す．

上記の幼期各期の標本のうち 10 個体の個体別測定値を Tables 28, 29 にかかげる．

類縁：本種は Abe（1953）により 西太平洋熱帯部，東インド諸島沿海産の *Cypselurus opisthopus*（Bleeker）の亜種として上記のように命名された．これらの海域に産するもの

Table 28. *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE
Reared Juvenile
Measurements and Counts

Stage	Soon after hatching	60 hours	7 days	18 days	24 days	73 days
Body length in mm	3.9	5.7	9.4	14.0	21.1	24.0
Total length in mm	4.6	6.8	11.0	18 2	27.0	31.2
in per cent of body length:						
Depth of body	23.2	19.0	18.1	16.7	16.5	18.4
Breadth of body	13.3	14.3	14.8	14.5	14.7	15.5
Head length	19.9	22.6	22.4	26.9	25.6	31.2
Snout length	—	—	—	4.3	5.0	7.1
Diameter of eye	8.8	9.8	9.0	11.5	11.0	14.3
Postorbital length	9.4	10.7	11.4	12.2	11.6	13.6
Interorbital length	—	—	9.3	8.6	9.3	13.3
Length of barbel	—	—	—	—	—	—
Distance from snout to:						
Ventral	56.4	53.3	56.0	59.0	60.5	59.7
Dorsal	66.3	66.6	64.0	68.0	70.8	68.8
Anal	73.0	70.2	72.0	72.0	77.2	79.5
Pectoral length	11.2	15.5	19.4	34.6	47.5	50.0
Ventral length	7.7	13.1	14.5	23.8	26 0	31.8
Length of the longest dorsal ray	—	—	5.2	—	9.6	14.9
Length of the longest anal ray	—	—	8.7	—	14.4	14.7
Length of dorsal base	—	—	24.6	21.2	23.4	19.5
Length of anal base	—	—	14.0	14.8	14.6	11.0
Depth of caudal peduncle	—	—	6.4	6.4	7.3	7.4
Length of caudal:						
Upper lobe	—	—	15.9	17.3	16.5	21.4
Lower lobe	—	19.6	18.1	21.5	27.2	31.2
Number of:						
Dorsal rays	—	13	14	—	13	12
Anal rays	—	10	10	9	9	10
Pectoral rays (i+n)	—	—	10	12	16	16

Table 29. *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE
Juvenile
Measurements and Counts

Locality Date collected	Makurazaki 1952–7–10	〃 1951–8–8	Totoro 1950–7–12	Ikitsuki-jima 1953–10–12
Stage	post-l	young	〃	immature
Body length in mm	14.0	19.2	70.0	115
Total length in mm	17.5	25.0	83.0	147
in per cent of body length:				
Depth of body	17.8	16.7	17.9	17.8
Breadth of body	—	15.6	16.6	15.4
Head length	28.5	26.0	24.3	23.5
Snout length	7.1	6.9	6.4	6.1
Diameter of eye	14.3	10.8	8.0	7.0
Postorbital length	15.0	10.8	11.4	12.0
Interorbital width	11.4	10.4	8.6	8.3
Length of barbel	2.3	4.2	6.4	—
Distance from snout to:				
Ventral	53.5	57.3	57.5	63.4
Dorsal	66.3	99.3	68.6	71.6
Anal	71.4	75.5	75.8	80.0
Pectoral length	33.5	44.2	63.6	62.5
Ventral length	26.4	28.6	40.8	33.0
Length of the longest dorsal ray	9.3	9.4	12.2	11.3
Length of the longest anal ray	11.4	11.5	8.9	7.9
Length of dorsal base	20.3	20.3	20.0	8.9
Length of anal base	4.3	13.0	11.7	9.4
Depth of caudal peduncle	8.6	8.3	7.4	7.9

Length of caudal:				
Upper lobe	16.4	15.1	15.7	19.1
Lower lobe	25.0	29.1	26.4	27.4
Number of:				
Dorsal rays	13	12	13	13
Anal rays	9	9	9	9
Pectoral rays (i+n)	14	14	15	15

ホソトビより背鰭条数(10, 11)及び背鰭前方の鱗数(28～30)が共にやや少い．*C. opisthopus* の諸型はその腹鰭基底が比較的後方にある点でウチダトビウオ *C. naresii* に近いが，幼期形態にも多くの共通の特徴がみられ両者が近縁のものであることがうかがわれる．JORDAN and STARKS (1903) の記載している *Cypselurus hirundo* (STEINDACHNER) は腹鰭の位置，各部分の色相及びひげ状器官の構造などからみて本種の稚魚ではないかと思われる．しかし FOWLER (1932) の記載によると *Exocoetus hirundo* の type specimen は全長 185 mm で高い背鰭と短いひげ状器官を有し，*C. opisthopus* の未成魚とはかなり異つているようである．

特徴：日本近海産のトビウオ類のうちで成魚の外観，色相などが本種にもつともよく似ているのはウチダトビウオとツクシトビウオとである．後者との差異はその記載においてすでに述べた．前者との差異は次に示す通りである．

すなわちホソトビはウチダトビウオよりも脊椎骨数が 4～5 個多く体が細く断面は丸みをおび尾柄も細長い．眼が比較的小さく胸鰭及び腹鰭が短くて先端が尾柄上に達しない．鰓耙が多く（後者では 4＋15），口蓋骨上に小歯帯を持つことなどがあげられる．

しばしば本種と同時に漁獲されるアリアケトビウオはその胸鰭のほとんど全体が濃藍黒色を呈すること，尾柄部がかなり太いことなどにより容易に識別される．

幼期の始には本種とツクシトビウオ，アリアケトビウオは互にきわめてよく似ており，本種は三者中体がもつとも細いこと，色胞が腹鰭の上方で 6～7 列（ツクシトビウオでは 8～9 列，アリアケトビウオでは約 10 列）ならぶのを普通とすることなどがわずかにあげられる差異である．又，一般にホソトビはアリアケトビウオと共に体の下半部の色胞が開張し腹側が暗色を呈する個体が多いのに，ツクシトビウオではそのような色相は普通にはみられない．全長 16～17 mm に達するとひげ状器官を生ずるのでそれ以上の個体では三者の差異は明らかである．生時には，全長 25 mm 内外に達したものでは，ホソトビは青紫色をおびることが多く，橙色，紫紅色などを示すツクシトビウオ，アリアケトビウオとはこの点でも識別することができる．未成魚期には再び差異が少なくなるが全長 150 mm 以上のものでは胸鰭の色相がそれぞれ明かな特徴となる．

ホソトビとウチダトビウオとは全長 15 mm 内外より各期を通じて体色がほぼ同様で 30 mm 以上のものでは体側縦帯が両者のいずれにも現われる．ひげ状器官も両者ともに始めから左右両片に分れず一本として発達するが，ホソトビでは花弁状で終始短いのに対し，ウチダトビウオでは先端はヤハズ状で発育と共に著しく伸長し全長 70 mm 内外では体長の 3/4 を超えテープ状を呈する．その他の相異はみいだし難い．なお後者の仔魚期初期と未成魚期の形態は未だ明かにされていない．

生態：ホソトビは屋久島，種子ケ島のトビウオ漁場ではヘイジロウと呼ばれ，ツクシトビウオに次いで重要視される．その出現期はツクシトビウオよりややおくれ，主として 6

月上旬以降で，漁期の終りには漁獲物の大半を占める．天草島富岡の漁場では本種はマルトビと呼ばれ出現期は 6 月上旬～下旬，この地域におけるトビウオ類のうちでは漁獲尾数が最も多い．福岡県志賀島漁場では本種をメアゴと称し，出現期は天草漁場とほぼ同様である．これらの出現期が本種の産卵期にあたる．

天草島の漁場では本種が群集産卵するのは距岸 1 浬以上の沖合の深さ 20～30 m の暗礁，浅堆などでツクシトビウオのように著しく接岸しないと云う．屋久島，種子ケ島漁場では特にこのような習性はみとめられていないようである．

筆者の採集では本種の稚仔は天然には余り多く得られていないが，天草富岡では流れ藻に潜んでいる 20 mm 内外に達するものが夏期にはかなりみられるという．なお筆者の採集したものは主として集魚灯によつて得られた．体長 10～17 cm の未成魚は長崎県五島の生月島では 8 月下旬より 10 月中旬まで漁獲されることは前述の通りで本種も満一ケ年で成熟産卵すると思われる．

人工孵化飼育した稚仔は brine shrimp 幼生をよく摂り比較的飼育し易い．飼育が長期にわたつても，ハマトビウオ，トビウオのように尾鰭を始め各鰭が萎縮すると云うが如き現象はおこらない．全長 20 mm 内外までは一般に背面は橙色を呈し，胸鰭，背鰭などもかなり赤みをおびているが，その後次第に青紫色に変ずるのがみられる．天然のものでもこの程度に成長した稚仔は流れ藻を離れ自由游泳の生活に入るのであろう．

分布：本種は九州沿岸より北海道に至るまで，太平洋沿岸にも日本海沿岸にも分布する．盛夏の候には東北地方の太平洋沿岸でも産卵すると云う．

13. *Cypselurus naresii* (GÜNTHER)

ウチダトビウオ

Plates 34, 35; Table 30

成魚の形態（Pl. 34, fig. A）：本種の成魚は福岡県志賀島で体長 231 mm（全長 292 mm）の♀が 1 個体得られたのみである．その脊椎骨数はこの標本及び 3 個体の稚魚において 41 個又は 42 個 (26+15, 26+16).

上記の標本に於ける鰭条などの数及び各部分の測定値は次に示す通りである（括弧内は九州近海産の稚魚における測定数）.

背鰭条数 13（11～13，多くは 12 又は 13），胸鰭条数 17（15 又は 16，いずれも前端の萎縮鰭条を含む），臀鰭条数 9（8 又は 9）；後頭部より背鰭起点までの正中線上の鰭数約 34，鰓耙数 4＋15＝19.

体長に対する百分比：体高 18.6, 体幅 13.4, 頭長 23.0, 吻端より腹鰭基底までの距離 16.8, 背鰭起点までの距離 75.2，臀鰭起点までの距離 81.5；胸鰭長 73.5，腹鰭長 33.7，背鰭最長鰭条長 11.0, 背鰭基底長 16.4，臀鰭最長鰭条長 6.7，臀鰭基底長 8.9，尾柄高 6.9，吻長 6.7，眼径 7.0，眼後部長 10.0，眼間径 8.0，尾鰭上葉長 21.6＋，下葉長 30.3＋.

形態：ツクシトビウオなどに似ており，腹鰭より前方では側線に沿いかなり角張つている．腹鰭はホソトビ，カラストビウオの如く比較的後方にあり，その基底と尾鰭中央鰭条

先端との距離は，前者と眼の後縁との距離にひとしい．胸鰭と腹鰭とはいずれも長くたためばその先端は共に尾柄部の中央に達する．臀鰭は背鰭の第5鰭条基底下方に始る．

色相：体色は多くのトビウオ類とほぼ同様である．胸鰭は大部分暗色であるが下方第11鰭条以下は淡色で，この淡色の部分は胸鰭中央部では上方に延びて不明瞭な横帯をなし第6鰭条に達する．更に鰭の尖端部より後縁に沿い淡色を示しその幅は眼径の2/3を測る．腹鰭は第6鰭条を除いて各鰭条が色胞をおびるが鰭膜はほとんど無色，背鰭は一様にやや暗色をおび臀鰭は無色，尾鰭は一様に黒褐色を呈する．

生活史　卵：上記の成魚より得られた完熟に近い卵巣卵は直径1.8～2.1mmで比較的大きく，卵膜上には不規則に分布する40～52個の附着糸を持つ（5個測定）．

稚魚期（Pls. 34, 35）：本種の幼期の体長14.5～53.0mm（全長19.3～66+mm）のもの23個体が鹿児島県屋久島，枕崎，熊本県天草などで採集された（これらの外にも屋久島附近で多数の標本を採集したが風水害のため精査を待たずに流失した）．

体長14.5mm（全長19.3mm），頭部は大きく体長はその3.6倍，腹鰭は体の中央よりもやや後方に位置を占める．胸鰭の先端は腹鰭基底と背鰭起点との中間に，腹鰭の先端は臀鰭の後部に達する．背鰭は前部の鰭条がややい長いがなお臀鰭より低い．尾鰭はすでに叉状となり下葉はよく発達している．腹面と側線前部にはすでに鱗をおびる．ひげ状器官は単一でホソトビのひげに似ているが先端は円みをおびておらず中央に一欠刻を有しヤハズ状を呈する．色胞は体をおおうが尾柄部では疎である．胸鰭と腹鰭とは前者の最下部を除き密に色胞でおおわれる．背鰭の前半も暗色を呈する．

体長17.5mm（全長22.0mm），ひげ状器官は眼の前部下方に達する．背鰭の後半部にも色胞がひろがり，臀鰭にもわずかに色胞がみとめられる．

体長22.1mm（全長28.2mm），ひげ状器官は眼の中央下に達する．胸鰭の先端は背鰭前端に至る．体は腹面が暗色をおび特に眼の後方より胸鰭基底を経て腹鰭後方に連る黒色胞帯が明かになる．

体長26.0mm（全長35.0mm），ひげ状器官は眼の後縁下に達し鱗はほとんど体の全面をおおうに至る．背鰭と臀鰭とは高さが等しくなる．

体長53.0mm（全長66+mm），ひげ状器官は著しく発達して体長の3/4に近くなり先端は背鰭起点を超える．その基部の両側に一対の小支葉を分岐し，全長にわたつて幅広くなり中軸は稜状をなして左右両片を分ち，先端は深く二叉する．頭長，眼径は共に小さくなり，それぞれ成魚における大きさに近ずく．腹鰭は後方に移つて基底の位置は成魚にひとしくなり，その先端は尾鰭前部に達する．背鰭は一様にやや暗色，臀鰭も後半に暗色の斑紋を有する．胸鰭と腹鰭とには黒色胞を密布する．体側腹方の黒色縦帯は明瞭で特徴的である．生時には背面と背鰭及び両対鰭は青紫色，体側縦帯は金属光沢をおびた暗青色である．上記の各個体の個体別測定値を Table 30 にかかげる．

類縁：本種は GÜNTHER（1889）がFiji 島と New Hebrides 島との中間水域で採集された体長 7 inches の未成魚にもとずいて設けたもので，腹鰭前方に達する1個の長いテープ状のひげ状器官を持つた点で *Cypselurus comatus*（MITCHILL）と共通するが，両対鰭がそれよりもかなり長い点でこれとは別種として記載された．その後大平洋熱帯水域及び東

Table 30. *Cypselurus naresii* (GÜNTHER)
Counts and Measurements

Serial number	—	—	—	—	—	Ku. 3
Locality	Yaku-I.	Makurazaki	Yaku-I.	〃	〃	Shikano-shima
Date collected	1951–7–22	1952–7–10	1951–7–22	〃	1952–11–8	1954–6
Stage	post-l	young	〃	〃	〃	adult ♀
Body length in mm	14.5	17.5	22.1	26.0	53.0	231
Total length in mm	19.3	22.0	28.2	35.0	66+	292+
in per cent of body length:						
Depth of body	19.3	19.4	16.8	19.6	17.9	18.6
Breadth of body	18.6	17.2	14.5	18.1	14.3	13.4
Head length	27.6	26.3	26.7	27.7	23.8	23.0
Snout length	—	—	6.3	6.9	6.4	6.7
Diameter of eye	12.4	12.6	12.7	11.5	8.3	7.0
Postorbital length	9.7	10.6	9.5	10.0	10.4	10.6
Interorbital width	12.4	11.4	11.6	10.4	8.3	8.6
Length of barbel	10.3	9.0	11.7	19.6	73.6	—
Distance from snout to:						
Ventral	54.5	56.0	56 6	56.0	60.4	61.8
Dorsal	67.5	69.1	67.9	67.4	69.5	75.2
Anal	75.3	74.8	76.0	75.0	76.6	81.5
Pectoral length	43.4	46.9	47.5	59.2	66.2	73.5
Ventral length	29.6	34.3	32.6	36.6	39.6	33.7
Length of the longest dorsal ray	13.8	12.0	11.8	11.5	10.0	11.0
Length of the longest anal ray	15.2	14.6	10.9	11.5	10.4	6.7
Length of dorsal base	25.5	21.7	19.9	23.1	18.1	16.4
Length of anal base	15.2	14.6	11.8	11.8	11.9	8.9
Depth of caudal peduncle	9.0	8.6	8.1	8.5	7.9	6.9
Length of caudal:						
Upper lobe	68.2	15.5	15.7	19.3	17.0	21.6+
Lower lobe	33.1	32.6	28.1	29.6	25.5+	30.3+
Number of:						
Dorsal rays	12	12	12	13	11	13
Anal rays	9	8	8	9	8	9
Pectoral rays (i+n)	13	15	14	15	15	16
Predorsal scales	—	—	—	—	—	34
Gill rakers	—	—	—	—	—	4+15
Vertebrae	—	—	—	—	—	41

インド諸島水域の各地から記載されているが，これらはすべて未成魚である．筆者 (1955) は上記の標本を本種の成魚と同定し，同時に九州近海の各地で採集された その幼期の標本について記載した．

ウチダトビウオと GÜNTHER, WEBER and BEAUFORT 等の記載している西大平洋熱帯部，東インド諸島沿海の *C. naresii* とを比較すると，後者では背鰭条数 10～12，背鰭前方の正中線上の鱗数 27～32 個でいずれも前者よりやや少ない．しかしその他の特徴は大部分一致するので前者は後者の一地方型と推定した．

ウチダトビウオは大西洋の西部の *C. comatus* (MITCHILL) とは脊椎骨数もひとしく，その幼期成魚期を通じて多くの共通の特徴を持ち，両者がきわめて近縁のものであることは容易にうかがわれる．この両者の差異としてあげられるのは成魚においては前者の方が頭がやや小さく胸鰭と腹鰭とが共に長いこと，背鰭がやや後方に位置を占めること，鰓耙数が少いことなどである．後者の幼期は BRUUN (1935) 及び BREDER (1938) によりその一部が明かにされているが 一個の長いテープ状のひげ状器官を持ち側体に黒色縦帯をおびること，背鰭は各期を通じて著しく高くはならないことなどが知られている．なお後者は記録されたものでは最大体長 200 mm で前者のように大型に達することはないようである．

西大平洋産のトビウオ類のうちでは腹鰭の位置が後方に偏している点では本種と *C.opisthopus* の諸型とは共通しており，後者に属するホソトビにおいてみられるところでは幼期の形態にも近似の点が多いことはすでに述べた通りである．更に Molucca 海峡（1°22′ S, 126° 35′E：31/I, 1954）より本種の幼期と形態色相がよく似ていて一対の長いひげ状器官を有する稚魚が採集されている．

特徴：わが邦近海のトビウオ類中で本種にもつともよく似ているのはツクシトビウオとホソトビとである．これらの間の差異については両者の記載において詳述した．本種は腹鰭が比較的後方より生ずること，胸鰭と腹鰭とが共に長くて先端は尾柄中央に達することなどを外観的な特徴とする．しかしもつとも明かな特徴はその脊椎骨数が本属中ではもつとも少ない方に属し 41, 42 個に過ぎないことである．

幼期におけるホソトビとの差異についてはすでに述べた．本種の稚魚の著しい特徴は一個の長いテープ状のひげ状器官を有することである．

生態：上に記載した成魚は 6 月に採集されたが熟卵を内蔵していた．稚仔の出現期からみて成魚は屋久島，種子ケ島漁場，天草漁場などでもツクシトビウオ及びホソトビと同時に出現するものと思われる．従来採集の記録がないのはこれらの両者，特にツクシトビウオと混同されるためであろう．

本種の稚仔は屋久島，種子ケ島，天草富岡などではかなり多数採集されている．筆者は 1953 年 7 月 22～23 日に屋久島漁場で潮目に形成された *Trichodesmium* の大群団の中で数十個体の本種の稚仔を採集した．そのうち 10mm 内外の稚仔では尾柄端を除いて背面より体側にかけてリンゴの如き紅色を呈し腹側のみ銀白色をおびているのが特徴的であつた．幼期の最大の標本（全長 66mm）は 11 月に採集された．

分布：わが国では上記のように九州近海を除いては採集されていない．

14. *Cypselurus starksi* Abe

アリアケトビウオ

Plates 36–38; Tables 31, 32

チョウセンアゴ…熊本県天草

メジカ…福岡県志賀島

体長 190～210mm，全長 240～270mm を普通とする小型のトビウオ類である．熊本県天草で採集された標本の脊椎骨数は 43, 44 (28+15, 28+16).

成魚の形態 (Pl. 35, fig. A)：鹿児島県枕崎，谷山，笠沙，宮崎県広瀬，熊本県天草，福岡県志賀島，佐賀県唐津，長崎県五島生月島などで採集された 10 個体の標本（未成魚を含む）によれば鰭条などの数は次のようである．

背鰭条数 12～14，臀鰭条数 8～10，胸鰭条数 17～19（前端の萎縮鰭条を含む）．後頭部より背鰭起点に至る正中線上の鱗数 30～35，背鰭起点と側線との間の鱗列数 8 又は 9，側線と臀鰭起点との間の鱗列数 2 又は 3，鰓耙数 4～6＋15～17＝19～22.

上記の標本のうち成魚6個体の測定値は次のようである.

体長の百分比を以て示せば: 体高 18.1～20.9, 体幅 13.9～16.9, 頭長 22.2～23.6, 吻端より背鰭起点までの距離 68.6～72.3, 臀鰭起点までの距離 78.5～83.4, 腹鰭基底までの距離 57.7～60.5, 胸鰭長 65.5～69.8, 腹鰭長 28.7～33.0, 尾柄長 8.0～9.3, 尾柄高 7.3～7.7; 最長背鰭条長 9.8～11.3. 背鰭基底長 18.6～20.9, 最長臀鰭条長 6.7～8.3, 臀鰭基底長 8.5～11.0, 尾鰭上葉長 21.7～22.6, 下葉長 28.4～31.3; 吻長 6.1～7.1, 眼径 6.1～7.0, 眼後部長 9.8～11.0, 眼間径 7.2～8.5.

各標本の個体別測定値は Table 31 にかかげる.

Table 31. *Cypselurus starksi* Abe
Counts and Measurements

Serial Number	KCF 2364	KCF 2363	KCF 1733	KCF 1877	KCF 1732	KCF 1734
Locality &	Amakusa	〃	Miyazaki	Karatsu	Miyazaki	Makurazaki
Date collected	1951-6-3	〃	1949-10-10	1950-7-21	1949-10-10	1949-10-24
Sex	♀	♂	—	♀	—	—
Body length in mm	182	188	189	194	204	205
Total longth in mm	234	235	240	250	256	263
in per cent of body length:						
Depth of body	20.9	19.1	20.6	18.1	19.1	19.0
Breadth of body	15.9	14.9	16.9	13.9	16.7	15.6
Head length	23.6	22.8	23.5	22.2	23.5	22.9
Snout length	6.6	6.1	7.1	6.7	7.1	6.8
Diameter of eye	7.1	6.9	7.1	7.0	6.9	6.1
Postorbital length	11.0	9.8	10.6	10.3	10.8	10.7
Interorbital width	7.7	7.2	8.5	7.5	8.3	8.3
Distance from snout to:						
Ventral	57.7	58.5	58.2	58.2	59.4	60.5
Dorsal	68.6	71.3	68.8	70.6	69.0	72.3
Anal	79.1	79.8	78.5	80.4	83.4	81.0
Length of pectoral	69.8	66.5	65.6	66.5	65.5	68.3
Length of ventral	33.0	28.7	30.2	29.4	30.4	29.3
Length of the longest dorsal ray	11.3	11.3	11.2	9.8	9.8	10.7
Lengtn of the longest anal ray	7.5	7.7	—	6,7	7.8	8.3
Length of dorsal base	20.9	20.0	19.6	18.6	18.7	19.0
Length of anal base	11.0	8.5	10.8	8.8	9.3	9.3
Depth of caudal peduncle	7.7	7.7	—	7.7	7.4	7.7
Length of caudal:						
Upper lobe	21.7	22.6	—	22.6	—	—
Lower lobe	31.3	27.6+	—	28.4	—	—
Number of:						
Dorsal rays	i,13	i,12	i,12	i,11	i,11	i,12
Anal rays	i, 9	i, 7	i, 8	i, 7	i, 7	i, 8,
Pectoral rays (i+n)	i,13,ii	i,13,ii	i,15,ii	i,14,ii	i,13,ii	i,13 ii
Predorsal scales	32	30	—	30	—	34
Scale rows above lateral line	9	9	—	9	—	9
Gill rakers	5+17	6+16	—	6+16	—	4+15
Vertebrae	—	—	—	44	—	45

Cypselurus 属のトビウオ類としては太くて体高と尾柄高とがかなり高く眼が大きい. 胸鰭では第3鰭条(前端の萎縮鰭条を除き, 以下同様)がもつとも長く第1鰭条長の 1.6～1.7 倍, 先端は尾柄の前部に達する. 腹鰭は比較的前方にあり, その基底と尾鰭中央鰭条先端との距離は鼻孔乃至眼の前部と前者との距離にひとしい. 第3鰭条がもつとも長く先端は臀鰭基底の後部に達する. 背鰭基底長は多くの個体では臀鰭基底長の 1.8～2.1 倍, 後者の第1鰭条は前者の第6～8鰭条下方に始る. 両顎歯は三尖形で上顎ではほぼ3列, 下顎では2～3列をなす. 口蓋骨歯は円錐形で多少三尖形又はノミ形の歯を混え小歯帯を形成す

る．胸鰭基底後方の鱗はほぼ三角形，前縁は波状を呈し後方に尖る．核はほぼ中央にあつて前方に向い3～4個の放射線を生ずる．

色相：体色は多くのトビウオ類と同様である．胸鰭は第2～3鰭条の先端部と，第11～12鰭条より下方を除いては後縁に至るまで濃藍黒色を呈する．腹鰭は鰭条上にわずかに色胞をおびるのみでほとんど淡色，背鰭は一様にやや暗色，臀鰭には色胞なく尾鰭は全体黒褐色を呈する．

生活史：本種の生活史に関してはUENO and NAKAHARA (1954) が福岡県志賀島で人工受精を行い，卵稚仔を孵化飼育して卵内発生及び初期の発育を詳細に観察している．筆者も同氏らの厚意によりその飼育稚仔12個体の標本を精査することができた．天然の生活史資料としては鹿児島県枕崎，山川，笠沙，谷山，鹿児島，佐賀県鹿島，長崎県生月島などで体長7～150mmの多数の標本が得られた．そのうち体長120～150mmの未成魚標本はすべて生月島で採集された．

卵：上野，中原両氏によれば本種の卵は直径1.64mm，附着糸は40～52個で卵膜の全表面にほぼ一様に散在する．全長255mm内外の成魚の抱卵数は7400～8400個である．

卵内発生：上野，中原両氏によれば孵化槽の水温22～26°Cにおいて受精後8時間で桑実期，32時間で原口閉じ，54時間で心臓の鼓動がみられ，102時間で胸鰭を生じ185～190時間（約8日）で孵化する．孵化が夜間行われるか否かについては観察されていない．

仔魚期（Pl. 36）：上野，中原両氏によれば孵化直後の全長は5.2mm，下顎は上顎よりわずかに長く眼は大きくてその間隔は前方に進むほど狭い．吻は短く上顎前縁は両眼前端を結ぶ線よりわずかに前方に出るのみ．各垂直鰭は膜鰭を以て連つており，背鰭と臀鰭とにはほぼ定数の鰭条基底がみとめられる．胸鰭はウチワ状で数個の鰭条の基底部のみ生じており，腹鰭はほぼ肛門に達し定数6個の鰭条原基を有する．体はほとんど全く色胞におおわれ，背鰭及び臀鰭の基底部，胸鰭の基底部上方などにも色胞をおびる．腹鰭は全く色胞におおわれ暗色を呈する．これらの色胞は個体により，又，各個体においても体の部分によつて拡張しているものと収縮しているものとがあつてそれぞれの色調の差が著しい．水温22～23°Cで孵化後16～20時間にして全長5.5mmに達し卵黄はほぼ吸収しつくされる．

飼育稚仔の体長7.0～9.8mm（全長8.6～11.0mm）の12個体においては，胸鰭条が最大の個体でもなお12～13個なのを除けば各鰭条とも定数に達し腹鰭の第2～5鰭条はすでに分岐し始める．胸鰭は始めは腹鰭基底の上方に，後にはその後方に達する．腹鰭は始めは臀鰭前端に，後にはその第2～3鰭条基底に達する．尾鰭は体長7mm内外ですでに下葉やや大きく全体ほぼ三角形をなし大きい標本では後縁が凹入し始める．体側の黒色胞は比較的密に分布しており，体長7.5～8.5mmの個体で腹鰭基底の上方に約9～10列，背鰭と臀鰭との間に約7～9列がならぶ．しかし前期仔魚期と同じく体色は一定ではない．

以下の記載はすべて天然の標本による．

体長10～15mm（全長13～18mm），形態的には7～10mmのものと大差がない．胸鰭条は体長14.2mmの個体で始めて定数に達している．腹鰭の先端はなお臀鰭の第2～4鰭条基底に達するのみ，色胞の分布にも大きな変化はないが背鰭前部ではその上半までひろがる．色胞の部分的な拡張により胸鰭基底と腹鰭基底との中間ほぼ中央，腹鰭基底附近，背鰭前端下方及び背鰭中央より臀鰭前端にかけて位置を占める4個の暗色横帯をみとめる個体がある．

稚魚期（Pls. 37, 38）：体長 15mm を超えれば各鰭条とも定数に達し稚魚期に入る．

体長 15～30mm（全長 18～37mm），吻の水平長はほぼ瞳孔径にひとしく，側面よりみれば眼の背縁前部が頭部背縁の輪郭に接する．眼間部はひらたく凹んでいない．背鰭条は比較的短く後方に倒しても先端は尾鰭の萎縮鰭条に達しない（以上同じ大きさの アヤトビウオとの相異）．胸鰭及び腹鰭は大いに延び，前者は体長 20mm 内外で背鰭前端を超え 30mm 内外では背鰭の中央下方に達し，後者は体長 18mm 内外で臀鰭基底後部に，30mm 内外では尾柄前部に達する．体長 18mm 内外で背面に鱗列がみとめられ 22mm に達したものでは体側，腹面も鱗でおおわれる．体色は淡褐色乃至褐色のものが多く，不明瞭な 3～5 個の暗色横帯を有するものもみられ，そのような個体では胸鰭及び腹鰭上にもこれに連る横帯がある．背鰭は上縁と最後部を除いて疎に色胞におおわれる．尾鰭の下葉にも鰭条に沿い色胞が現れる．

体長 30～45mm（全長 38～55mm），前期に比べて大きな差異はみとめられない．体長 42mm の個体では胸鰭先端は背鰭後部に，腹鰭先端は尾柄中央に達する．体側及び対鰭の色相には次の各型のものがみられる．すなわち色胞はほとんどすべて収縮して全体淡色，体側の横帯も明かでなく胸鰭腹鰭も共に淡色のもの；体の腹側のみ暗色，胸鰭は淡色，腹鰭は黒褐色のもの；体はほぼ一様に暗色，胸鰭腹鰭共に暗褐色のもの；胸鰭基底下方，腹鰭基底上方，両者の中間ほぼ中央，背鰭前端下方，背鰭後部下方の各部に暗色横帯が走り，個体によつては眼の後下方より鰓蓋部にかけての暗色帯がこれに加わつて 6 横帯をなし，胸鰭は暗色で中央に一淡色帯，腹鰭も暗色で中央及び後部に淡色帯を有するものなどの諸色相型があげられる．背鰭の色胞群は鰭の中央部下半では消滅し始め，体長 40mm では前端下部と中央より後部にかけての上半部にのみ残存する．臀鰭では後部中央の色胞群がやや発達する．尾鰭はほとんど淡色で下葉の中央部のみ鰭条に沿い暗色をおびる．

未成魚期（Pl. 38）：体長 76mm（全長 98mm），体形はほぼ成魚に近いが体高はやや高い．胸鰭は背鰭基底の後部に，腹鰭は尾鰭の萎縮鰭条に達する．胸鰭は最下方の 3 鰭条を除き藍黒色，腹鰭も最前部と最後部とを除いては藍黒色を呈する．背鰭及び臀鰭は前部を除きそれぞれ外方 1/3 が暗色をおびる．

体長 110～150mm（全長 140～190mm），体形，色相ともにほぼ成魚と同様となる．胸鰭先端は背鰭基底後端に達し個体によつてはこれを超えるものもある．腹鰭は次第に短くなり，体長 113mm では尾柄のほぼ中央に，128mm では臀鰭基底の後端に達するのみとなる．130mm 内外では胸鰭は先端部と最下方の 3～4 鰭条間のみ淡色でその他は藍黒色，腹鰭は中央 3 鰭条間には色胞残存し先端に近ずくに従い濃色を呈する．又，背鰭にも色胞が散在し上縁はかなり暗色をおびるが，臀鰭は後部の先端にわずかに色胞群を残すのみである．体長 140mm 以上のものでは腹鰭の色胞群は鰭条上を除いてはほとんど消失し，臀鰭の色胞群もみとめられなくなり成魚と全く同様の色相を示す．

各期を代表する 7 個体の個体別測定値を Table 32 にかかげる．

上野，中原両氏によれば飼育稚仔においては全長 12～30mm の各個体で天然産のものに比べて腹鰭が短いことが注意を惹く．すなわち前者では全長 20.5mm のものでも腹鰭の先端が臀鰭起点に達するに過ぎないのに対し，後者の全長 22.5mm のものではすでに臀鰭基底の後端近くに達している．

Table 32. *Cypselurus starksi* ABE
Juvenile

Measurements and Counts

Locality & Date collected	Kasasa 55–7–20	〃 〃	Makura-zaki 51–8–8	Kago-shima B. 50–8–25	Makura-zaki 51–8–8	Kago-shima B. 49–9–7	Ikitsuki-jima 55–10–16
Stage	post-l	〃	young	〃	〃		immature
Body length in mm	7.0	14.2	17.6	26.2	40.0	76	128
Total length in mm	8.3	17.0	22.5	32.3	50.0	98	167
in per cent of body length:							
Depth of body	21.8	19.7	22.7	17.9	18.7	22.4	21.3
Breadth of body	17.4	18.3	22.7	17.2	16.5	16.5	14.8
Head length	28.3	26.8	26.1	25.2	25.8	25.0	23.4
Snout length	4.3	—	—	6.1	7.5	7.2	7.0
Diameter of eye	10.9	11.8	11.9	11.8	10.5	8.6	7.3
Postorbital length	13.0	10.6	11.4	10.7	11.3	11.8	11.3
Interorbital width	—	6.0	13.6	11.5	10.3	10.5	8.8
Length of barbel	—	—	—	—	—	—	—
Distance from snout to:							
Ventral	54.4	54.2	54.0	51.8	52.5	59.6	56.2
Dorsal	65.3	63.3	68.2	66.8	65.0	71.4	69.5
Anal	74.0	71.8	76.6	74.5	74.5	77.6	78.1
Pectoral length	21.8	33.8	51.2	47.7	55.0	63.2	66.8
Ventral length	22.8	25.6	33.5	34.8	37.5	39.5	36.8
Length of the longest dorsal ray	10.9	11.8	14.8	11.8	13.0	17.1	13.3
Length of the longest anal ray	12.0	12.7	11.9	11.5	11.3	11.2	9.4
Length of dorsal base	22.8	21.4	22.2	19.8	20.0	21.2	19.9
Length of anal base	13.0	12.7	11.4	11.8	11.3	11.8	9.8
Depth of caudal peduncle	8.7	7.8	9.7	8.0	8.5	8.0	7.5
Length of caudal:							
Upper lobe	—	14.8	19.9	15.7+	18.0	19.1	22.6
Lower lobe	21.8	20.0	26.8	25.6	27.8	29.8	30.0
Number of:							
Dorsal rays	11	11	13	13	13	13	13
Anal rays	8	9	8	9	9	9	8
Pectoral rays (i+n)	8	14	15	15	16	15	16

類縁：本種は ABE (1953) により設けられたもので西部大平洋，東インド諸島には特にこれと近縁と思われるトビウオ類はみいだせない．しかし阿部氏も指摘しているように成魚の一般的な形態，両顎歯の形状，脊椎骨数などはアヤトビウオ *C. poecilopterus* にやや近くこれと多少の類縁を持つと思われる．幼期には両者ともにひげ状器官を生ずることなく，発育初期には一見識別し難いほどよく似ていることもこれを裏書きしている．大西洋産のトビウオ類中にも本種と対称的なものはみられないようである（阿部氏は *C. comatus* とやや類似すると述べている）．

又，阿部氏によれば JORDAN and STARKS (1903) の記載している *Cypselurus agoo* は本種の標本によつたものであると云う．

特徴：成魚において胸鰭がほとんど全体にわたつて濃藍黒色を呈することは *Cypselurus* 属中ではカラストビウオ *C. spilonotopterus* と同様であるが，背鰭が一様に色胞をおび著しい暗色斑を持たない点が異る．又，ホソトビ *C. opisthopus hiraii* と共に漁獲されることが多いが，ホソトビとは胸鰭の色相のほか，頭が大きく吻が短くて眼径が大きいこと，尾柄が太短いことなどの差異があり容易に識別される．

幼期の始めにはツクシトビウオ *C. heterurus döderleini*, ホソトビ, アヤトビウオなどと相互に似ており, 本種はそのうちでは体側の色胞列数がもつとも多いこと（腹鰭基底上方に約 10 列, 背鰭と臀鰭の間に 7 ～ 9 列）が辛うじて特徴としてあげられる. やや発育の進んだものではツクシトビウオ, ホソトビなどより一般に体が太く眼が大きい. 又. 色相型は多種多様であるが, 体の下半, 腹面が暗色を呈するものがあり, このような色相が現れないツクシトビウオを分つことができる. 全長 16～17mm に達したものではツクシトビウオとホソトビにはひげ状器官を生ずるから, 各期を通じてひげを持たない本種は混同されるおそれはない.

アヤトビウオとは更に著しく類似しており, 全長 15～25mm までは主として頭部の形態, 背鰭の高さ, 尾鰭の大きさ, 鰭条数, 体側の色胞列数などを比較して査定するのほかはない. しかしアヤトビウオは全長 25mm 以上のものでは頭部の形態が著しく特徴的となり, 全長 40mm 以上のものでは胸鰭にも成魚とほぼ同様の斑紋を生じてくるので, やや大型の稚魚では容易に両者を分つことができるようになる.

未成魚期に入ればふたたびホソトビと類似してくるが, 成魚と同様の形態的差異のほか, 本種では胸鰭が特に濃色で固定後時を経ても漆黒色を示すことにより直ちに識別することができる.

生態: 本種は屋久島, 種子ヶ島の漁場ではその群来がみとめられていない. しかし鹿児島県各地の沿岸で発育初期の稚仔が多数採集されるから産卵も行われているものと推定される. しかしこの漁場では 7 月初旬には漁獲が切上げられるから, 稚仔の発育状態からみて産卵期のおそい本種は漁業の対象とならないのではないかと思われる. 熊本県天草及び福岡県志賀島の漁場では本種をそれぞれチョウセンアゴ及びメジカと呼ぶが, いずれの地でも漁獲量はツクシトビウオ, ホソトビなどより遙かに少く, 且その群の出現を以てトビウオ漁期を終るとしている. これらの点からみて本種の産卵期は 7 月上～中旬, 水温 25～26°C を盛季とするものと思われる.

本種の稚仔は九州近海では 7 月中旬より 9 月上旬にかけて現れるが, アヤトビウオと共に沿岸性が著しく, 夏季の枕崎, 山川などの沿岸の採集にあたつて潮目を群游しているトビウオ類の大部分はこの両者が占める. 又, 鹿児島湾の中部, 北部などで採集されるのはほとんど本種のみであり, 有明湾の最奥部, 佐賀県鹿島の地先で採集された例もある. 沿岸の潮目には全長 15～60mm のものが多く, いずれの大きさのものも 2～3 尾, 5～6 尾が群れているのみで大集団は作らない. 水面に近く胸鰭と腹鰭とをひろげゆるやかに游泳している場合が多く, 追えば 15mm 内外の稚仔も水面に接しつつ滑走するのがみられる.

生時の色彩は著しく赤みをおびている. すでに述べたように本種の色相はかなり多様であるが, 固定した標本で淡褐色を示す部分は尾鰭と臀鰭とを除いては, 生時にはエンジ色又は橙紅色にいろどられていることが多い. 特に虹胞が発達した腹面や, 眼の虹彩, 尾柄端などは黄金色に輝いている. やや大型に達すれば腹面は次第に銀白色となるが, 体側横帯の周辺は黄金色を呈し, 体の背側, 背鰭, 胸鰭, 腹鰭などにはなお紫紅色をとどめている. 上野, 中原両氏によれば, 飼育された稚仔はむしろ褐色をおび, やや大型のものは青褐色を呈するのみで, 天然のもののように鮮かな色彩をみることができないようである.

本種もツクシトビウオ，ホソトビなどと同様に五島近海で8月下旬より10月中旬にかけて全長140～190mmの未成魚が漁獲される．なお枕崎．宮崎県広瀬などで10月に全長240～260mmの未熟の成魚が漁獲された例もある．

分布：上記の九州各地の外，表日本では和歌山県，静岡県，裏日本では島根県，富山県などで採集されているが，東北地方以北には分布していないようである．

15. *Cypselurus poecilopterus* (Valenciennes)

アヤトビウオ

Plates 39–41; Tables 33, 34

セミトビ…東京市場
ホシトビ…種子ケ島
ガタ…種子ケ島，屋久島

体長200mm内外，全長250mm内外のものを普通とする小型のトビウオ類で種子ケ島産の標本による脊椎骨数は40又は41個 (26+14, 26+15, 27+14).

成魚の形態 (Pl. 39, fig. A)：種子ケ島，馬毛島，大隅半島などで採集した体長176～196mm（全長220～245+mm）の6個体（♂4＋♀2）における鰭条などの数及び各部分の測定値は次のようである．

背鰭条数12又は13，臀鰭条数7～9，胸鰭条数17又は18（前端の萎縮鰭条を含む）；背鰭前方の正中線上の鱗数25～31，背鰭起点と側線との間の鱗列数8又は9，側線と臀鰭起点との間の鱗列数2又は3，鰓耙5～7＋16～18＝21～24.

体長に対する百分比：体高19.2～21.2，体幅15.0～17.9，頭長23.7～25.6，吻長6.6～7.6，眼径7.5～8.9，眼後部長10.9～11.6，眼間径8.6～9.9；吻端より腹鰭基底までの距離57.2～58.5，背鰭起点までの距離68.2～71.2，臀鰭起点までの距離77.7～80.8；胸鰭長63.7～69.8，腹鰭長27.6～30.4；背鰭最長鰭条長10.7～13.4，臀鰭最長鰭条長7.7～8.7，背鰭基底長18.7～20.5，臀鰭基底長9.2～10.0，尾柄長8.1～10.5，尾柄高8.1～8.4，尾鰭上葉長21.9～24.8，下葉長26.7+～31.2.

各個体の個体別測定値は Table 33 にかかげる．

Table 33. *Cypselurus poecilopterus* (Valenciennes)
Measurements and Counts

Serial number	KCF 4290	KCF 4277	KCF 1935	KCF 1937	KCF 4291	KCF 2725
Locality &	Ôsumi	〃	Tanagashima	〃	Ôsumi	Make-shima
Date collected	1955-7-24	1955-9-13	1951-7-26	〃	1955-7-24	1952-5
Sex	♂	♂	♀	♂	♀	♂
Body length in mm	176+	179	189	190	194	196
Total length in mm	220	229	237+	243+	242+	245
in per cent of body length:						
Depth of body	20.2	20.9	21.2	19.8	20.0	19.2
Breadth of body	17.1	17.9	16.2	16.0	16.5	15.0
Head length	25.6	25.6	24.4	25.2	23.7	25.0
Snout length	7.1	7.3	6.6	7.6	7.2	7.5
Diameter of eye	7.9	8.7	7.9	8.9	7.5	7.7
Interorbital width	9.9	9.2	8.6	8.7	9.3	8.9
Postorbital length	11.1	11.6	10.9	11.2	11.3	10.9

Distance from snout to:						
Dorsal	71.0	68.2	71.2	69.5	71.0	70.2
Anal	86.5	77.7	79.4	78.5	80.0	78.0
Ventral	58.5	57.5	58.2	58.5	57.2	58.2
Length of pectoral	68.1	64.8	69.8	69.0	68.3	63.7
Length of ventral	30.4	30.1	29.4	29.5	29.9	27.6
Length of the longest dorsal ray	13.4	12.8	10.7	12.6	11.1	11.2
Length of the longest anal ray	—	—	—	8.2	7.7	8.4
Length of dorsal base	18.7	19.0	19.8	18.9	20.0	18.8
Length of anal base	—	9.2	9.8	9.6	10.0	9.4
Depth of caudal peduncle	8.1	8.4	8.2	7.9	8.2	7.7
Length of caudal:						
Upper lobe	23.3	22.9	24.3	24.8	21.9	22.5
Lower lobe	26.7+	31.2	27.0+	29.0+	27.8+	28.0+
Number of:						
Dorsal rays	ii,10	i,11	i,11	i,11	i,11	i,12
Anal rays	i, 3	i, 6	i, 8	i, 7	iii, 5	i, 7
Pectoral rays (i+n)	i,12,11	i,13,i	i,14,i	i,14,i	i,13,ii	i,14,i
Predorsal scales	27	25	26	31	25	26
Scale rows above lateral line	8	8	8	9	8	8
Gill rakers	6+16	5+16	6+16	6+16	5+18	7+17
Vertebrae	—	—	—	—	—	—

Cypselurus 属の トビウオ類としては 体はもつとも太短く頭が 大きい．頭長は頭高の 約 1.4 倍，眼間部は広く やや凹入し，眼は大きくて前縁上部が突出する．吻は短く吻端は幅が広い．両顎歯はトビウオ類としてはよく発達しており 先端三尖形，両顎共にやや幅の広い歯帯を形成する．口蓋骨歯もよく発達し円錐歯に三尖歯をまじえる．胸鰭はたためば先端は背鰭基底後端より尾柄前部に達する．その第 3 鰭条がもつとも長くて第 1 鰭条（前端の萎縮鰭条を含まず，以下同様）の 1.2～1.4 倍 にあたる．腹鰭は比較的前方に生じ，その基底と尾柄中央鰭条先端との距離は前者と 眼の前部との距離にひとしい．その第 3 鰭条がもつとも長くたためば先端は臀鰭の後部に達する．背鰭基底長は臀鰭基底長の約 2 倍，後者は前者の第 6 ～7 鰭条基底の下方に始る．胸鰭基底後方の鱗は上下に長い楕円形で前縁は 帆立貝状，後縁はやや突出する．核は ほぼ中央にあり 前方に 5 ～6 個の放射線を生ずる．

色相：体色は多くのトビウオ類と ほぼ同様で 個体により やや紫色をおびる．胸鰭は下方 4 ～6 鰭条間を除いては 色胞密布してやや暗色を呈し，その上に楕円形の黒色斑がならぶ．それぞれの斑紋の直径は眼径の 1/5 乃至 1/2，各鰭条の間に前後に 6 ～10 個 が排列される．腹鰭は中央の 2 ～3 鰭条のみが 色胞をおびるのを普通とするが，時に中央の鰭膜上に数個の円形斑紋が残存するのをみとめる個体もある．背鰭は一様に やや暗色，臀鰭は無色，尾鰭は黒褐色を呈する．生時には胸鰭と腹鰭とは黄緑色をおび黒色斑の周囲はやや赤みをおびる．

生活史：本種の幼期資料としては鹿児島県奄美大島，悪石島，屋久島，種子ケ島，枕崎，山川，指宿，串本野，長崎県五島生月島，山口県三田尻の各地で 体長 6.2～92.0 mm（全長 7.9～112+mm）の 275 個体が得られた．

仔魚期（Pl. 39）：体長 6.2～11.0 mm（全長 7.9～14.5 mm），採集し得た 最小の仔魚において卵黄はすでに吸収しつくされており，背鰭，臀鰭 及び 腹鰭は すでに 定数の 鰭条がみられるが 胸鰭は 12 鰭条をおびるのみである．体長 8.8 mm（全長 11.0 mm）で 胸鰭条は 13～14 個，体長 11.0 mm（全長 14.5 mm）で 16 個 となり定数に達する．胸鰭の先端は 体長

7.0mm で腹鰭基底上方に，11.0mm ではややその後方に達し，腹鰭の先端は最小の体長6.2mm のものですでに臀鰭の第2鰭条基底に，11.0mm のものでは第4鰭条基底に達する．尾鰭は体長6.2mm ではなお上下ほぼ相称で先端は円みをおびているが，7.0mm の個体では下葉がやや突出し，8.5mm 以後は後縁が凹入して叉形を呈する．比較的長く体長12.5mm でほぼ体長の1/3に達する．

体には尾柄端を除き色胞がならぶ．腹鰭基底上方にはその約6～8列，背鰭と臀鰭との間には約5～7列が数えられる．胸鰭は大部分の個体では一様に分布する色胞におおわれるが，最小の個体ではその後縁及び下縁にはこれを欠く．腹鰭はすべて色胞におおわれる．背鰭及び臀鰭上にはその基底部前端から色胞が現われ始め，体長11mm では背鰭では前部においてはほぼ上縁まで，後方は基底にそつてその後端までが，臀鰭では基底にそいその後端までが色胞でおおわれる．

これらの色相は色胞の拡張の程度に従い，全体やや淡色のものより暗褐色のものまで種々の段階を有し，個体により胸鰭基底よりその後方にかけて1個，腹鰭基底より肛門にかけての体側に1個，背鰭と臀鰭との間に1個，計3個の暗色横帯を示すものもある．

稚魚期（Pls. 39–41）：体長12mm を超えれば稚魚期に入る．体長12～17mm（全長16～22mm），眼は大きくなり前部にやや突出し，眼の前縁を結ぶ線は吻端よりわずかに後方を截るが，口を閉じたときには頭部は背面よりみればほぼ矩形を呈する．体長17.2mm の個体では両眼間はやや凹入する．体長12.5mm では胸鰭は背鰭前端に，腹鰭は臀鰭の第6鰭条基底に達し，17.2mm の個体では前者は背鰭の第3鰭条基底に，後者は臀鰭の基底後端に達する．背鰭と臀鰭とは高さほぼひとしく，その鰭条は各部分を通じてかなり長く，体長16.8～17.2mm ではその後部鰭条の先端は尾鰭の萎縮鰭条に達する．体長15.8～17.2mm で側線前部，背面，前部体側などに始めて鱗がみとめられる．色胞の分布には前期と大きな差異がない．背鰭はこの段階では疎に分布する色胞でほとんどおおわれるが，臀鰭にはなお基底に沿い色胞がならぶのみである．多くの個体では体側に5横帯を有する．すなわち胸鰭基底部，腹鰭基底部，両者の中間ほぼ中央，背鰭前部より肛門にかけて，背鰭後部より臀鰭中央部にかけて各暗褐色帯が現われる．このような個体では胸鰭及び腹鰭上に，これらの鰭を体側に沿つてたたんだとき，それぞれ体側の諸横帯と重なる位置に不明瞭な横帯を生ずるものがある．しかし胸鰭及び腹鰭がともに一様に暗色又は淡色の個体もあり，胸鰭は淡色で腹鰭は暗色を示す個体もある．

体長20～42mm（全長27～55mm），体長20mm 前後では体は未だ著しく太くはなく，体高は後頭部で最大であるが，体長30～40mm に達すれば胸鰭基底附近より腹部にかけての体高が高まり同時に体幅も増して体全体が太短くなる．腹鰭より前方では側線に沿つて著しく角張り，両側線の間の腹面は平面に近くなり，体の断面は方形に近い．眼の前縁はますます突出し両眼前端を結ぶ線は吻端を通過し，側方からみれば頭の前部背側の輪郭は眼の前部によつて形成される．両眼間は広く深く凹入する．体長42mm の個体では胸鰭の先端は背鰭の後部に，腹鰭の先端は尾柄中央に達する．尾鰭は大きく体長はその下葉長の3～3.5倍，背鰭は前期と同じくかなり高い．体長20mm を超えるものには鱗がよく発達し体の全面をおおう．

成長と共に体側の横帯は次第に不明瞭となる．体長30mm 以上の個体では胸鰭上の横帯は基帯の暗色部を加えて4～5帯となり，その先端に近いものはやや乱れて不定形とな

る．腹鰭は多くの個体では基底部，中央，後端部にそれぞれ暗色横帯が走る．体はなお全体が強く暗色を呈するものや著しく淡色のものがあり，胸鰭，腹鰭には横帯を示さないものがある．臀鰭の後部にも色胞群が現われ体長 30～40mm のものでは後部の 3 ～ 4 鰭条間は暗色をおびる．

体長 57～92mm（全長 73～112+mm），体型は成魚に比すれば著しく太短い．眼の前縁を連ねる線はふたたび吻端よりわずかに後方を截るようになる．胸鰭先端は体長 92mm のもので背鰭基底後端に達する．背鰭と臀鰭とはやや低くなり，60mm 内外で臀鰭が，90mm 内外で背鰭が，それぞれ尾鰭の萎縮鰭条に達しなくなる．

体側の横帯はこの時期以後は明かでなく体色はほぼ成魚と同様となる，体長 60mm 内外では胸鰭及び腹鰭の斑紋は前後にならぶ横帯をなし，胸鰭には 5 ～ 6 帯，腹鰭には 4 帯をみとめるが，鰭の先端近くでは各鰭条間ごとに暗色部が前後にずれて不規則な暗色斑となる．体長 80～90mm に達すればこの斑紋がなお横帯の状態をとどめているのは胸鰭前部のみである．しかし成魚に比してこれらの鰭の地色はまだかなり暗色をおびている．背鰭は一般に全体暗色，臀鰭の色胞群も個体によつてはかなり広くひろがる．

Table 34. *Cypselurus poecilopterus* (VALENCIENNES)
Juvenile

Measurements and Counts

Locality & Date collected	Makurazaki 1952–7–10	Yamakawa 1952–8–26	〃 〃	Yaku-shima 1951–7–22	〃 〃
Stage	post-l	young	〃	〃	immature
Body length in mm	6.22	12.5	20.5	37.5	74.5
Total length in mm	7.88	16.5	27.0	47.0	94+
in per cent of body length:					
Depth of body	27.4	22.4	25.6	26.5	23.5
Breadth of body	16.7	19.4	23.1	24.3	22.2
Head length	31.0	29.0	25.2	25.8	24.3
Snout length	—	—	—	—	5.5
Diameter of eye	11.8	12.7	13.3	11.3	9.4
Postorbital length	15.5	13.3	12.5	12.4	3.0
Interorbital width	—	—	—	10.6	11.4
Distance from snout to:					
Ventral	53.6	54.5	59.5	58.2	59.0
Dorsal	67.8	68.0	70.0	68.3	70.5
Anal	73.8	76.0	77.5	78.4	79.2
Pectoral length	28.6	41.8	58.0	67.6	63.0
Ventral length	25.0	30.2	36.9	40.6	39.0
Length of the longest dorsal ray	10.7	12.2	15.0	17.6	15.4
Length of the longest anal ray	14.3	13.3	10.0	12.4	11.4
Length of dorsal base	23.1	19.4	21.9	24.9	20.8
Length of anal base	13.1	13.3	13.7	13.5	10.9
Depth of caudal peduncle	9.5	9.7	9.4	10.0	9.6
Length of caudal:					
Upper lobe	—	18.2	20.2	19.7	16.2+
Lower lobe	23.8	30.0	35.0	33.8	28.2+
Number of:					
Dorsal rays	12	12	12	12	12
Anal rays	8	8	8	8	7
Pectoral rays (i+n)	12	16	16	15	15

体長 176mm（全長 220mm）に達したものはすでに成魚とみとめられる．いわゆる未成魚期の標本は未だ採集されていない．

類縁：本種に関しては ABE（1954）の詳細な記載があり，西大平洋熱帯水域，東インド諸島海域に分布するものについても多くの報告がある．一方，東大平洋熱帯水域に分布する *Cypselurus callopterus*（GÜNTHER）は背鰭前方の鱗数，腹鰭，臀鰭の位置などに多少の差異はみとめられるが本種とは著しく近く，密接な類縁を持つものと思われる．大西洋には本種と近似のトビウオ類は分布していないようである．

特徴：本種の胸鰭の色相は特徴的であるから成魚では他のトビウオ類と混同されるおそれはない．

幼期の始めにはアリアケトビウオ *C. starksi* とは特によく似ていて識別し難いが，これに比して尾鰭が大きいこと，体側の黒色胞の数がやや少いことなどを差異とすることができる．体長 15mm 以上のものでは背鰭と臀鰭とがかなり高く，共に倒せば尾鰭の萎縮鰭条に達する点もひとつの特徴としてあげられる．体長 20mm 以上のものでは頭部の形態がはなはだしく特異となり体も著しく太短くなるので，一見して本種と知ることができる．なお本種では成長の各段階を通じてひげ状器官は現れない．

生態：屋久島，種子ケ島のトビウオ漁場では本種をガタと呼び，トビウオ漁業の終期，7 月上旬以後にその出現をみると云う．産卵期は 7 月中旬以後で，屋久島東岸宮ノ浦ではトビウオ漁期終了後に本種を対照とする小規模な刺網漁業が行われ，更に薩南諸島中の竹島，中ノ島などで同じ時期にツマリトビウオなどと共に漁獲されるが，これらの漁獲物中の本種の成魚には熟卵がみられることがある．

本種の稚仔は九州周辺の水域では 7 ～ 9 月に現われることが多い．しかし 7 月にすでに体長 50mm に達しているものもあり，9 月上旬に 10mm 内外のものが採集されたこともあるから，産卵はかなり長期にわたるものと推定される．アリアケトビウオと共に沿岸の潮目にもつともよく姿を見せるが，夏期にはかなり沖合でイダテントビウオなどと共に採集された例もある．

稚仔は生時には赤褐色，黄褐色などをおびていることが多く，体長 35mm 内外では背鰭，胸鰭，腹鰭共に黄緑色，胸鰭上の黒色斑の周囲は赤褐色にふちどられている．この鰭の色相は成魚にも多少残存している．

分布：わが国では九州及び南西諸島周辺のほか高知県，和歌山県，静岡県（伊豆七島）などに多く，北海道（函館）からも記録されている．大平洋中部及び西部の熱帯亜熱帯水域にひろく分布する．

未　完

To be Continued

Studies on the Life Histories of the Flying-Fishes found in the Adjacent Waters of Japan-I

Plates 1–41

Plate 1.

Eggs

Fig. A *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (VALENCIENNES), dia. 1.80–2.10 mm.

Fig. B *Parexocoetus brachypterus brachypterus* (RICHARDSON), dia. 1.20–1.50 mm (in ripe ovary).

Fig. C *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ), dia. 1.95–2.10 mm.

Fig. D *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE, dia. 1.50–1.60 mm.

Fig. E *Cypselurus heterurus döderleini* (STEINDACHNER) from Yaku-shima, dia. 2.00–2.20 mm.

Fig. F *C. heterurus döderleini* from Fukuoka, dia. 1.80–2.20 mm.

Fig. G *Prognichthys agoo* (TEMMINCK et *Schlegel*), dia. 1.38–1.60 mm.

Fig. H *Hirundichthys oxycephalus* (BLEEKER)? dia. 1.48–1.66mm.

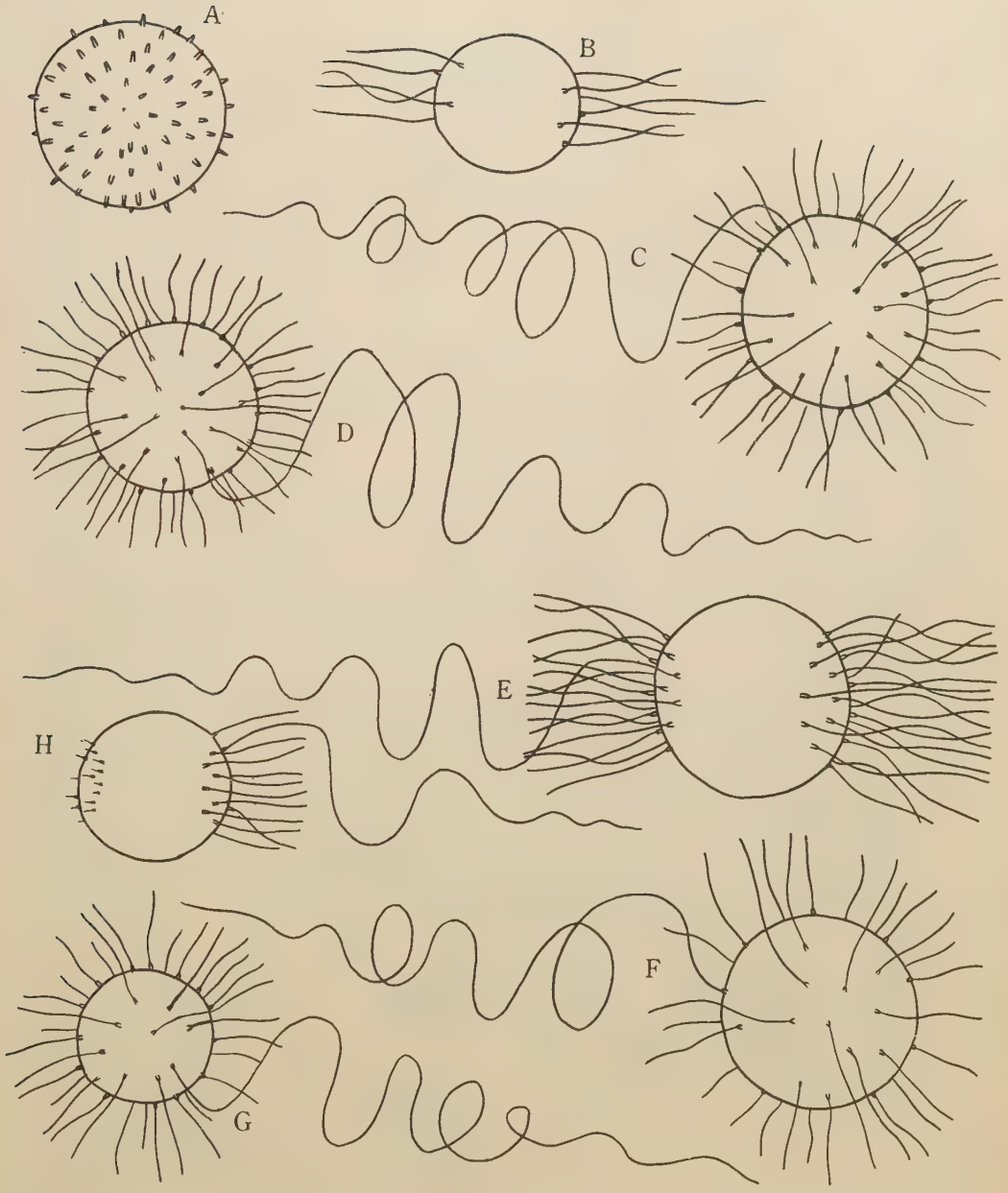

A
B
C
D
E
H
F
G

Plate 2.

Cypselurus opisthopus hiraii Abe

ホソトビ

Early Development

Fig. A Germinal vesicle rises, 1.5 hours after the fertelization at 22–24°C.

Fig. B 2 cells-stage, 3 hours.

Fig. C 4 cells-stage, 4 hours.

Fig. D Ditto.

Fig. E 8 cells-stage, 5 hours.

Fig. F 16 cells-stage, 5.5 hours.

Fig. G Morula stage, 7 hours.

Fig. H Ditto, 8 hours.

Fig. I Blastula stage, blastoderm becomes flat, 18 hours.

Fig. J Gastrulation begins, 20 hours.

Fig. K Embryonic shield forms, blastoderm covers two-third of the surface of yolk, 24 hours.

Fig. L Primitive streak forms, 30 hours.

Fig. M Optic vesicle appears, Kupffer's vesicle forms, 45 hours.

Fig. N 8 somites are countable, 60 hours.

Fig. O 20 somites, 10 hours.

Fig. P Auditory vesicle appears, heart begins to pulsate, 85 hours.

Fig. Q Pectoral fin forms, circulation of blood arises, 4 days.

Fig. R Melanophores appear on head, 6 days.

Fig. S Eyes are pigmented, 6 days.

Fig. T Melanophores cover whole of the body, 8 days.

Fig. U Ditto.

Fig. V Just before hatching, 9 days.

Fig. W Newly hatched larva, 4.6 mm in total length, 9 days after the fertilization.

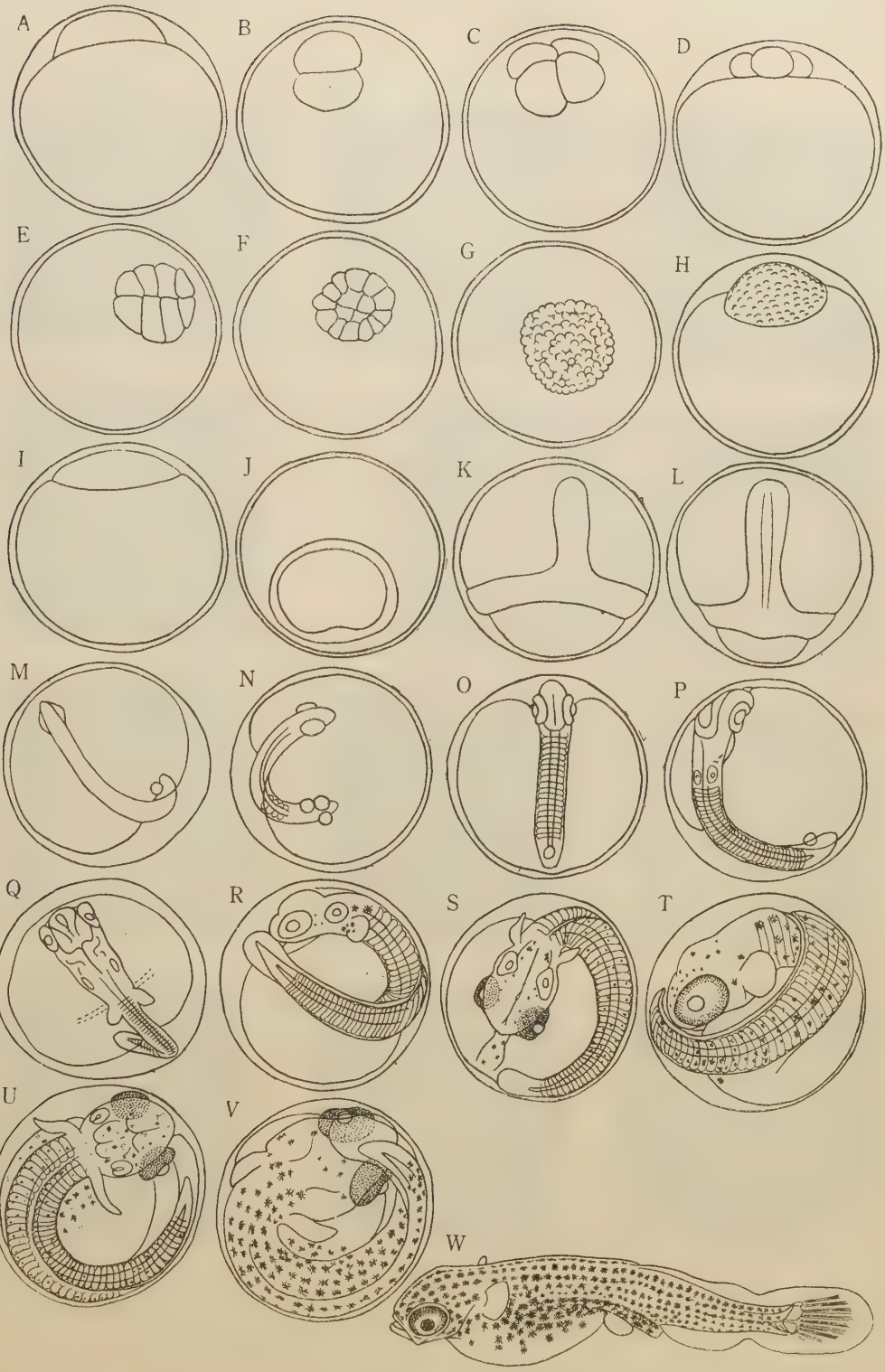

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W

Plate 3.

Cypselurus pinnatibarbatus japonicus (FRANZ)

ハ マ ト ビ ウ オ

Early Development-I

Fig. A 16 cells-stage, 12.5 hours after fertilization at 15–20°C.

Fig. B Ditto.

Fig. C 64 cells-stage, 16 hours.

Fig. D Morula, 18 hours.

Fig. E Morula, 26.5 hours.

Fig. F Beginning of blastula, 30 hours.

Fig. G Beginning of gastrula, embryonic shield forms, 36 hours.

Fig. H Ditto.

Fig. I Blastoderm covers about two-third of the surface of yolk, primitive streak forms.

Fig. J Blastoderm covers four-fifth of yolk, 61 hours.

Fig. K 64 hours.

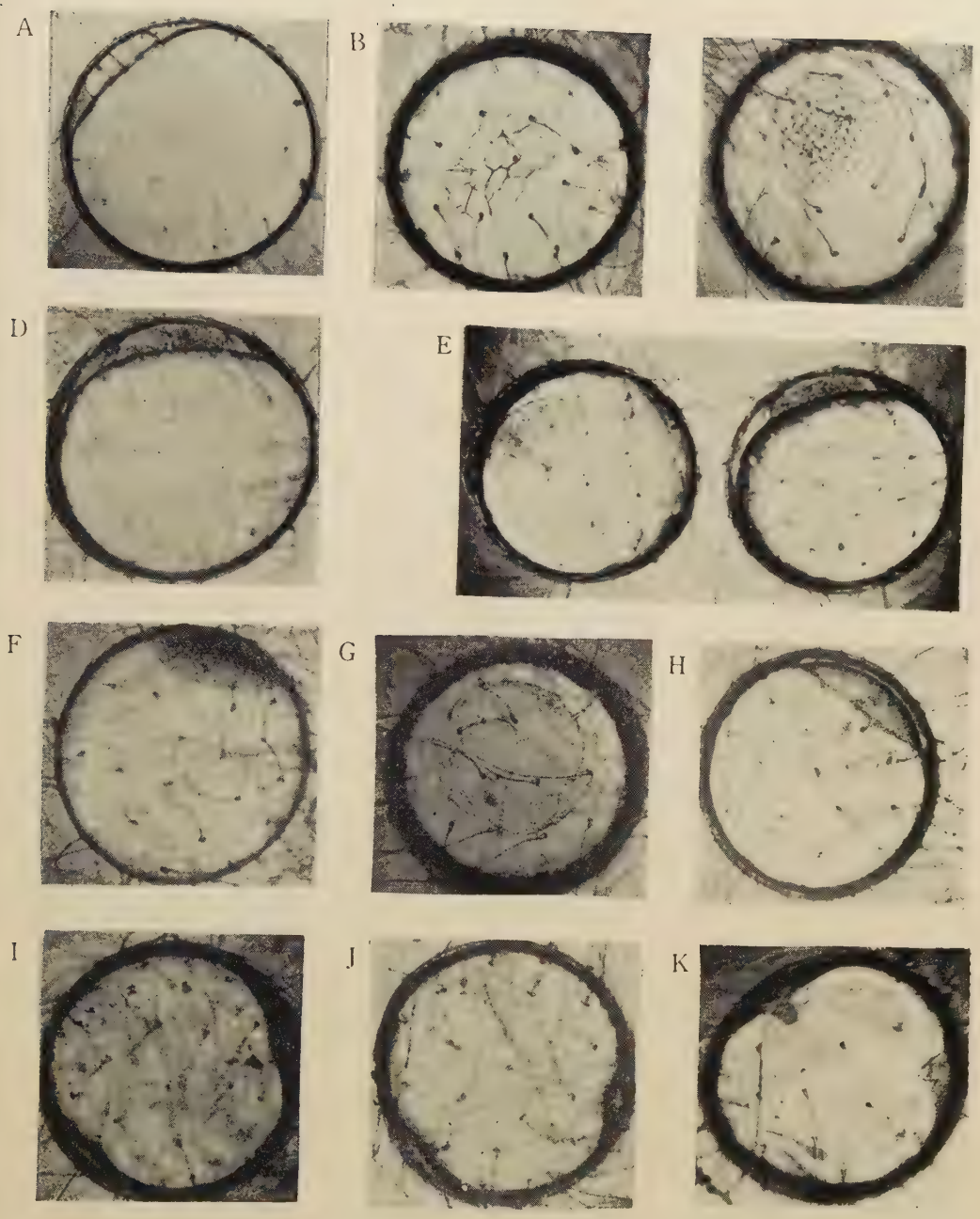

A
B
D
E
F
G
H
I
J
K

Plate 4.

Cypselurus pinnatibarbatus japonicus (FRANZ)

ハ マ ト ビ ウ オ

Early Development-II

Fig. A Blastopore becomes smaller, Kupffer's vesicle forms, 64 hours.

Fig. B Blatopore is closing, optic vesicles are clearly seen, 64 hours.

Fig. C Blastopore just closes, 64 hours.

Fig. D 17 somites are countable, 73 hours.

Fig. E Kupffer's vesicle is disappearing, 78 hours.

Figs.F–G Auditory vesicle forms, 82 hours.

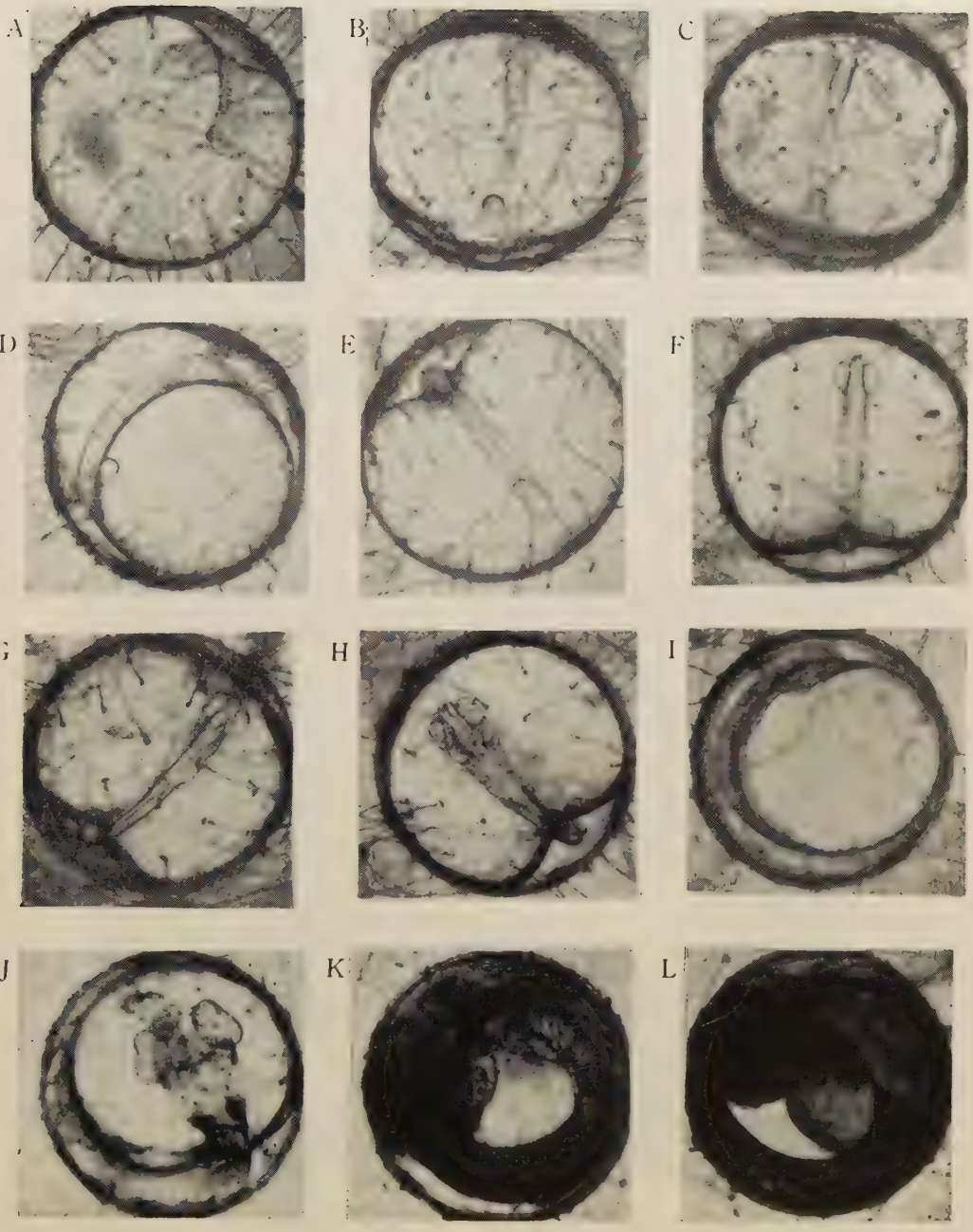
Fig. H Lens of eye forms, 97 hours.

Fig. I Heart forms, 97 hours.

Fig. J Pectoral fin developes, melanophores appear on head, 9 days.

Fig. K Melanophores cover embryo, 12 days.

Fig. L Just before hatching, 14 days.


A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L

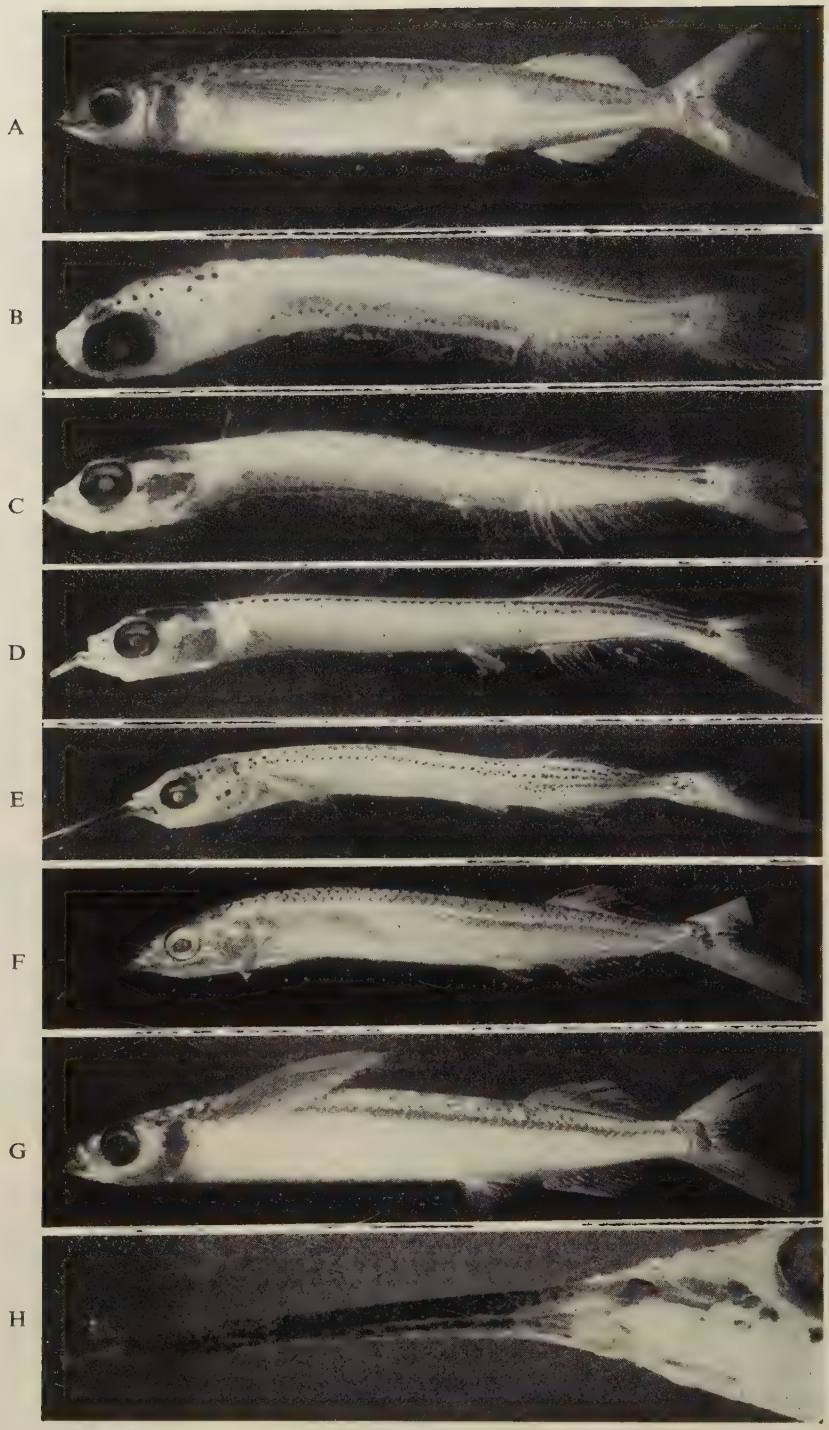


Plate 5.

Oxyporhamphus micropterus micropterus (VALENCIENNES) サヨリトビウオ

Fig. A Adult, 154 mm long, Bashi Strait.
Fig. B Post-larva, 3.9 mm long, 31°19′N 130°28′ E.
Fig. C Post-larva, 8.6 mm long, 30°39′N 130°25′E.
Fig. D Post-larva, 12.2 mm long, 30°54′N 130°28′E.
Fig. E Young, 25. 4 mm long, Yaku-shima.
Fig. F Young, 60 mm long, Yaku-shima.
Fig. G Young, 86 mm long, Yaku-shima.
Fig. H Beak of young, 38.5 mm long, Yaku-shima.

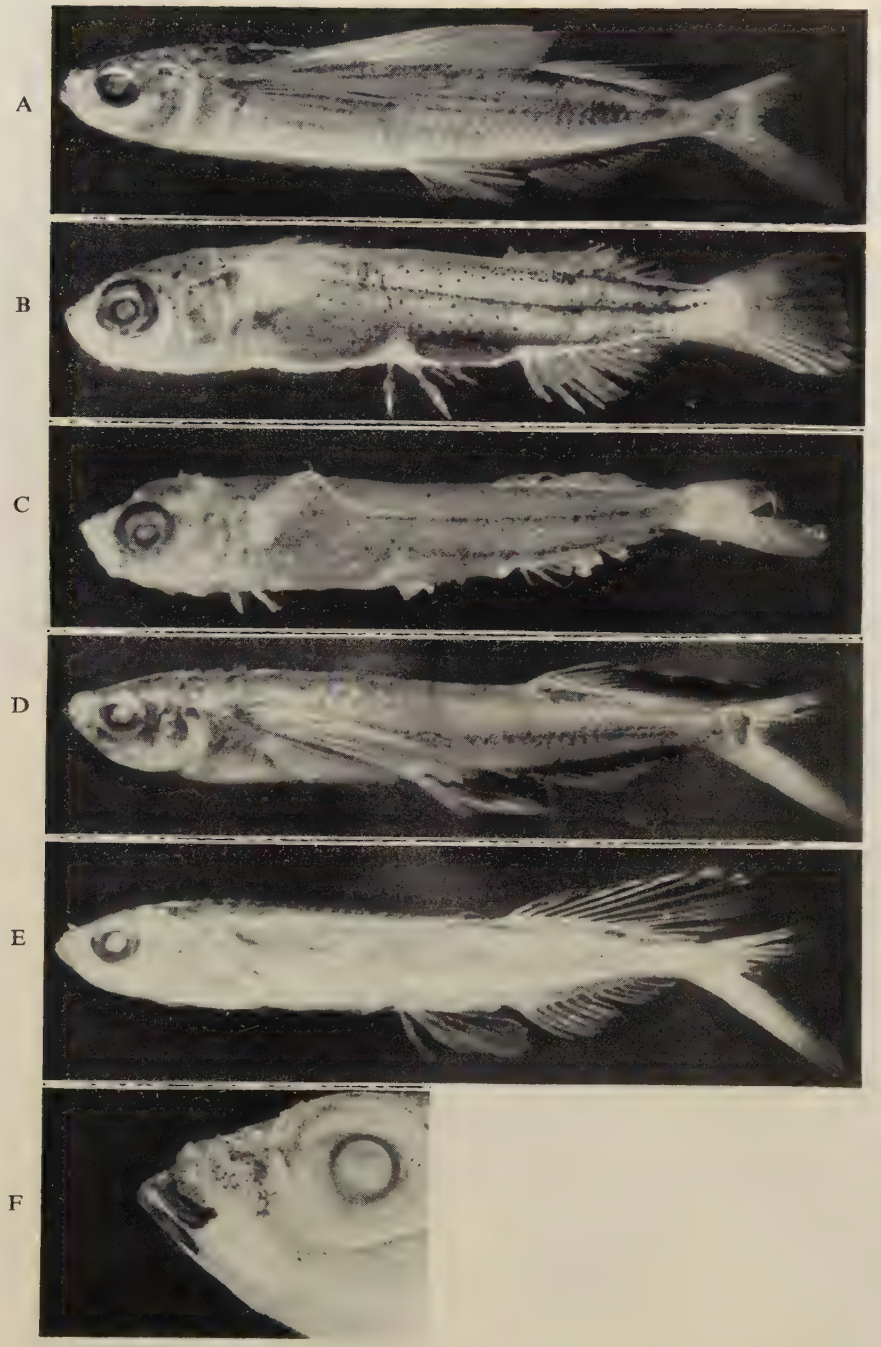


Plate 6.

Parexocoetus brachypterus brachypterus (RICHARDSON) ツマリトビウオ

Fig. A Adult, 130 mm long, Yaku-shima.

Fig. B Post-larva, 5.9 mm long, Yaku-shima.

Fig. C Post-larva, 9.0 mm long, Yaku-shima.

Fig. D Young, 41.5 mm long, Ikitsuki-jima.

Fig. E Young, 53.0 mm long, Ikitsuki-jima.

Fig. F Barbel of the young, 53.0 mm long, Ikitsuki-jima.

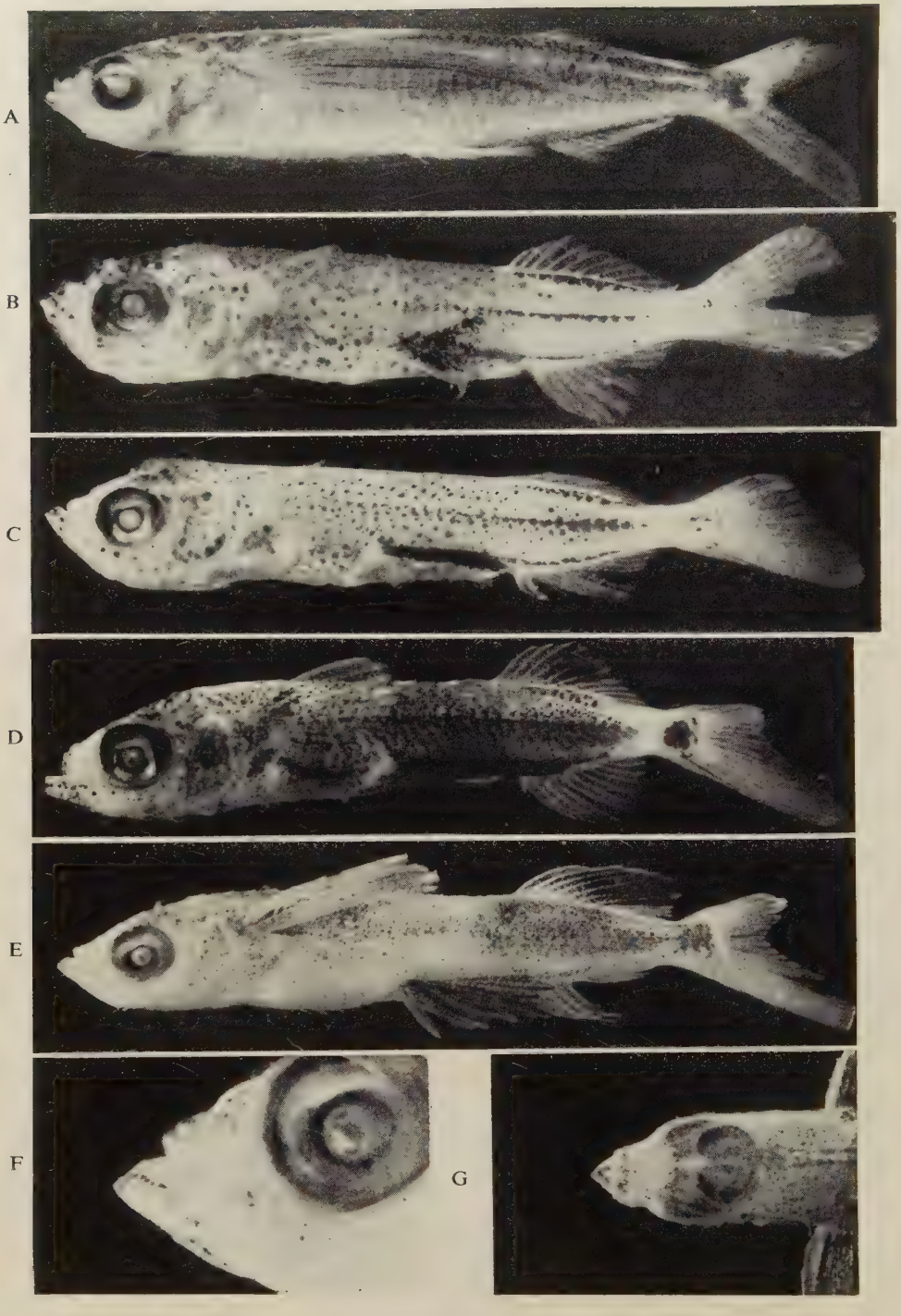


Plate 7.

Parexocoetus mento mento (VALENCIENNES) バショウトビウオ -I

Fig. A Adult, 113 mm long, Amami Ôshima.
Fig. B Post-larva, 6.3 mm long, Yamakawa.
Fig. C Post-larva, 8.6 mm long, Yamakawa.
Fig. D Young, 12.6 mm long, Makurazaki.
Fig. E Young, 25.0 mm long, Yamakawa.
Figs. F-G Beak-like process of the young, 25.0 mm long, Yamakawa.

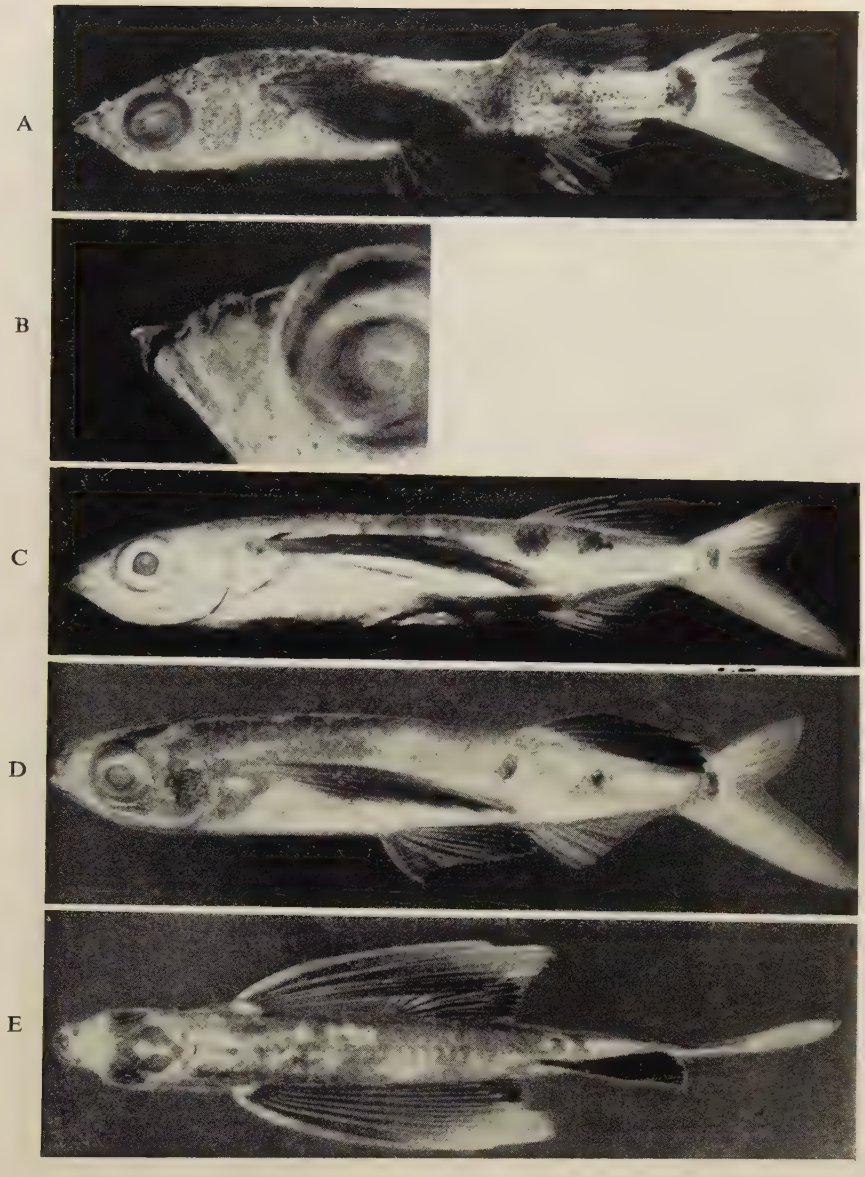


Plate 8.

Parexocoetus mento mento mento (VALENCIENNES) バショウトビウオ -II

Fig. A Young, 23.8 mm long, Yaku-shima.

Fig. B Beak-like process of the young, 23.8 mm long, Yaku-shima.

Fig. C Young, 45.5 mm long, Amami Ôshima.

Figs. D–E Immature, 71.8 mm long, Amami Ôshima.

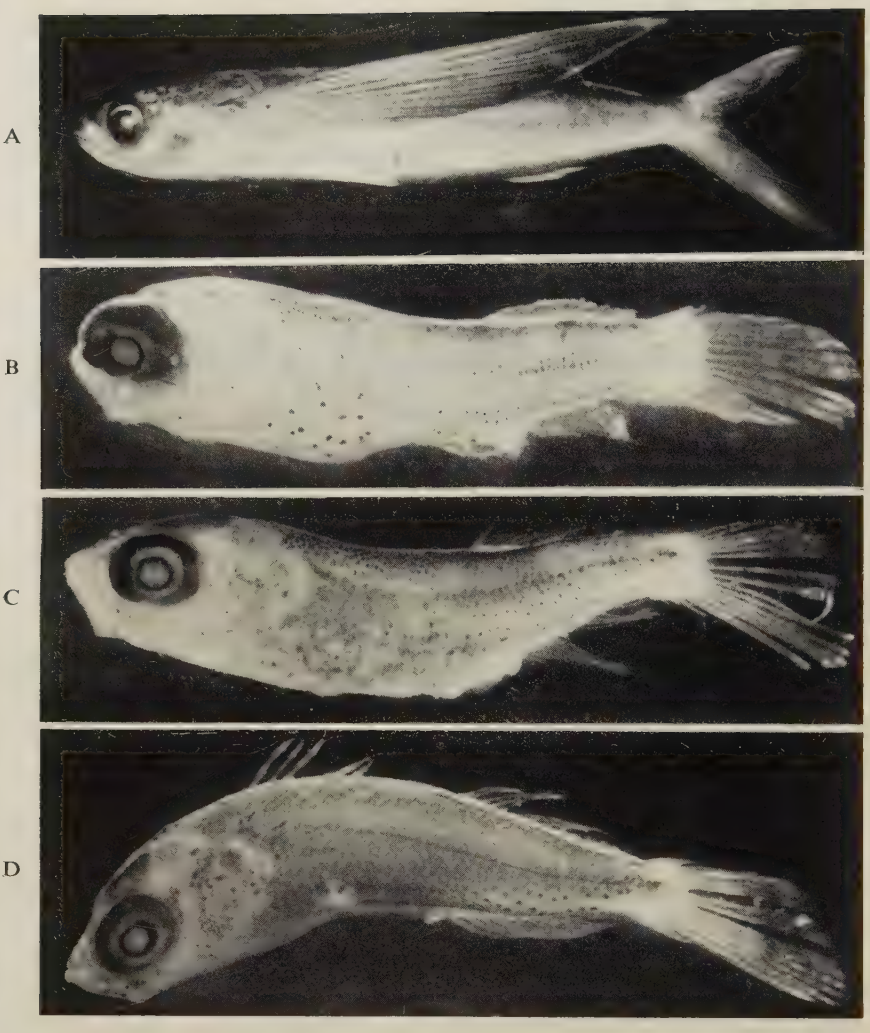


Plate 9.

Exocoetus monocirrhus (RICHARDSON) ハゴロモトビウオ -I

Fig. A Adult, 189 mm long, Bashi Strait.

Fig. B Post-larva, 4.6 mm long, 27°03′N 128°41′E.

Fig. C Post-larva, 5.3 mm long, 27°03′N 128°41′E.

Fig. D Post-larva, 6.7 mm long, 27°03′N 128°41′E.

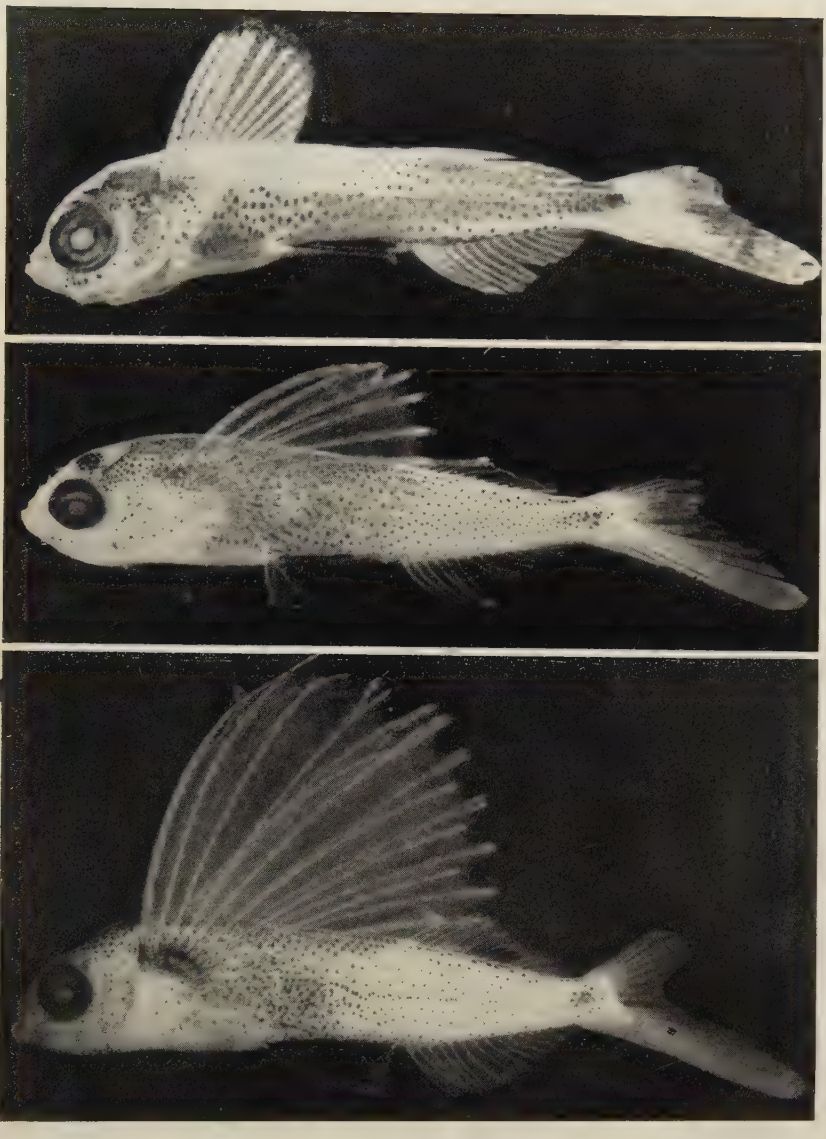


Plate 10.

Exocoetus monocirrhus (RICHARDSON) ハゴロモトビウオ -II

Fig. A Post-larva 9.6 mm long, 1°55′S 150°28′E.

Fig. B Young, 14.4 mm long, 28°48′N 127°27′E.

Fig. C Young, 22.0 mm long, 28°48′N 127°27′E.

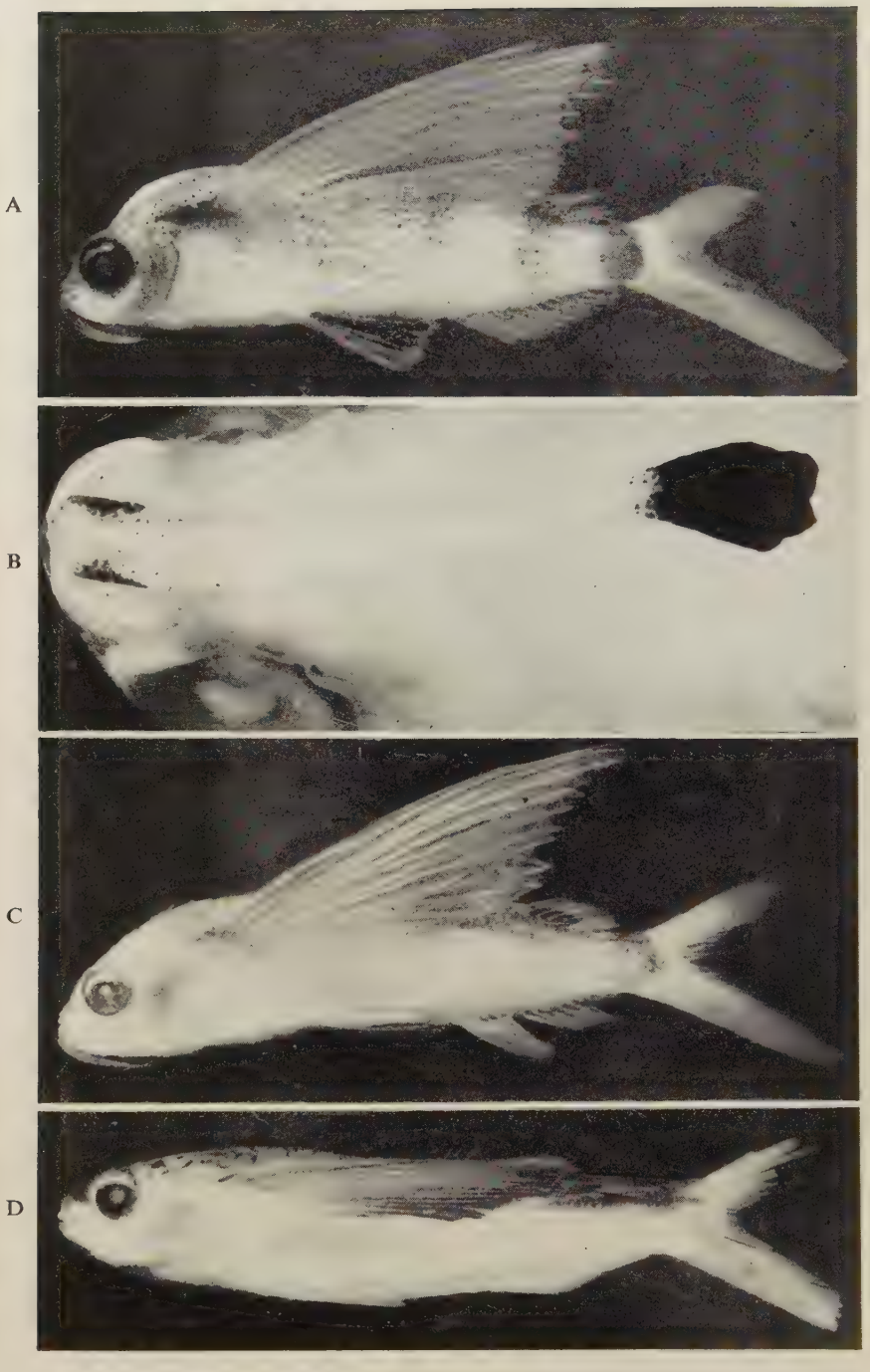


Plate 11.

Exocoetus monocirrhus (RICHARDSON) ハゴロモトビウオ -III

Fig. A Young, 35.0 mm long, Yaku-shima.
Fig. B Barbel of the young, 35.0 mm long, Yaku-shima.
Fig. C Young, 45.5 mm long, Uotsuri-jima.
Fig. D Immature, 102 mm long, Bashi Strait.

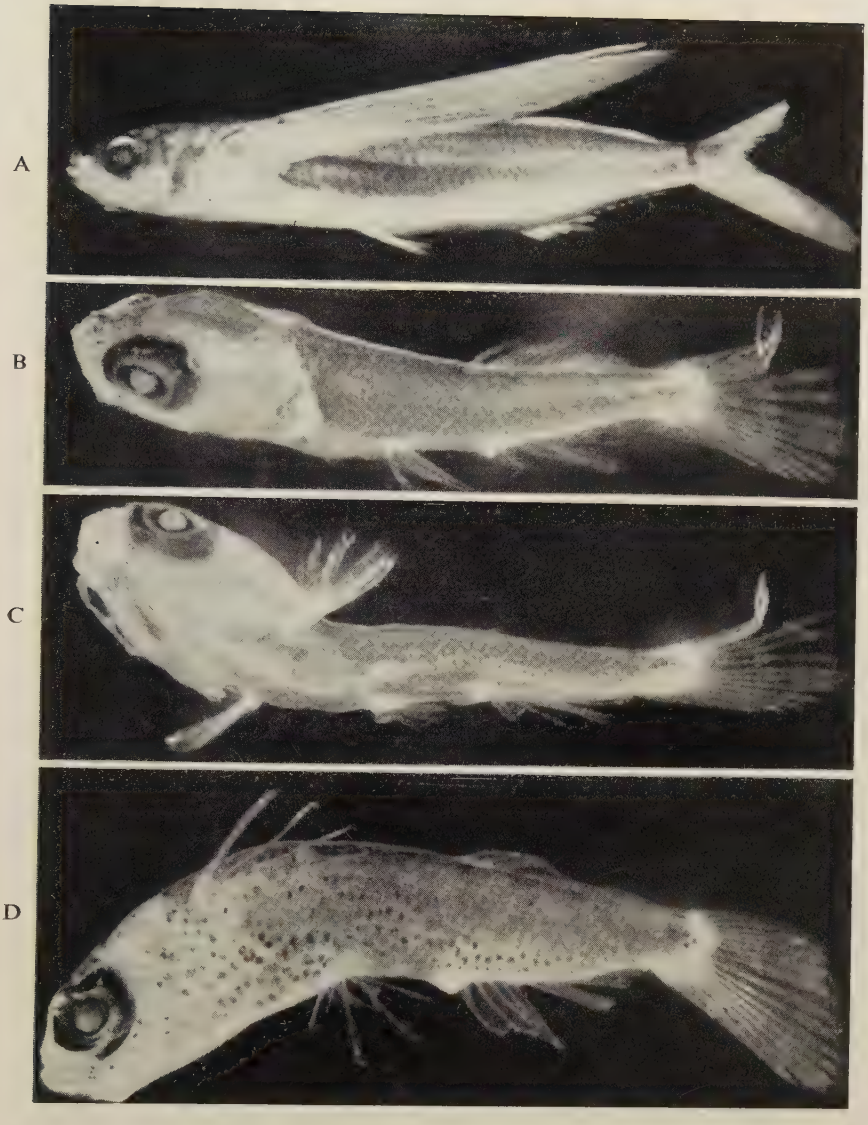


Plate 12.

Exocoetus volitans LINNÉ イダテントビウオ -I

Fig. A Adult, 164 mm long, 22°30′N 124°30′E.

Figs. B–C Post-larva, 4.6 mm long, 22°33′N 123°16′E.

Fig. D Post-larva, 6.7 mm long, 22°05′N 124°55′E.

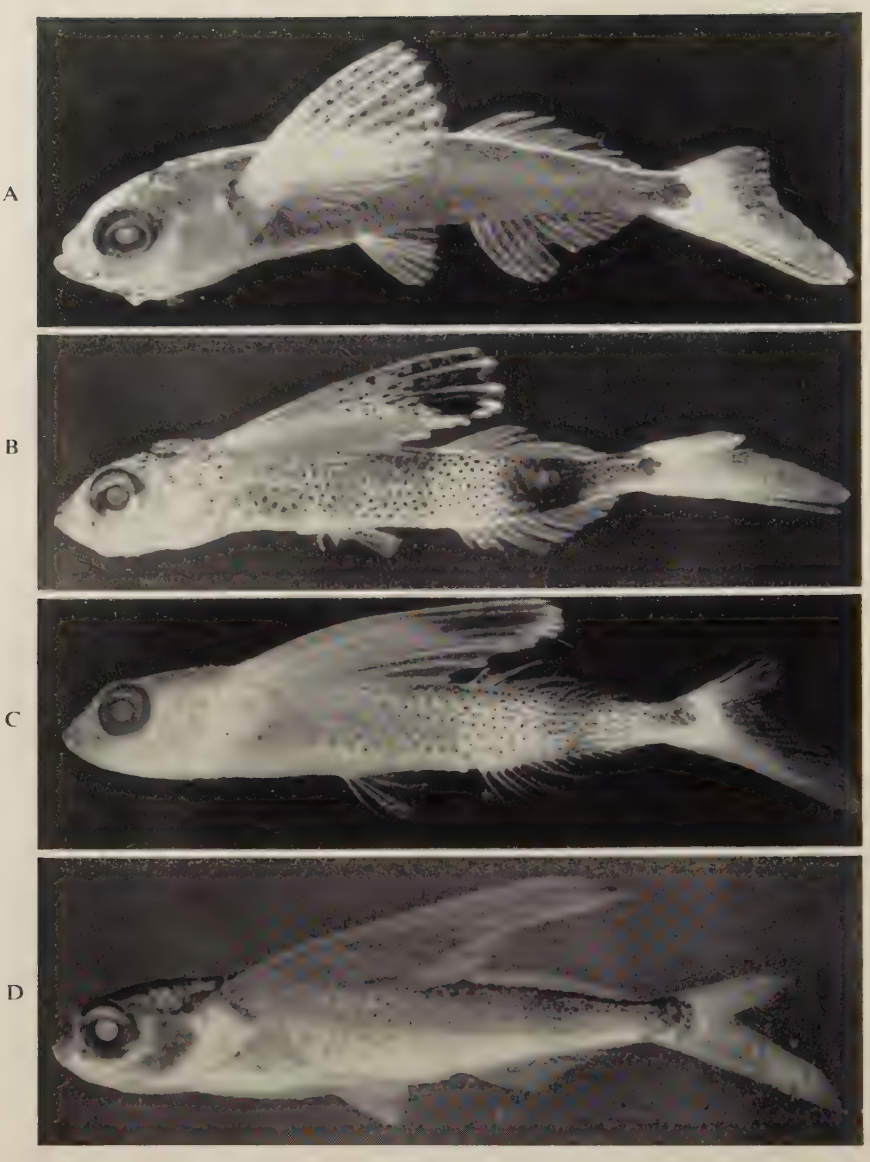


Plate 13.

Exocoetus volitans LINNÉ イダテントビウオ -II

Fig. A Post-larva, 10.3 mm long, 1°55′S 150°28′E.

Fig. B Young, 16.8 mm long Yaku-shima.

Fig. C Young, 25.3 mm long, 28°48′N 127°24′E.

Fig. D Young, 58 mm long, Kume-jima.

Plate 14.

Cypselurus pinnatibarbatus japonicus (FRANZ) ハマトビウオ -I

Fig. A Adult, 350 mm long, Aburatsu.
Figs. B–F Reared larvae:
Figs. B–C Newly hatched, 5.0 mm long.
Figs. D–E 24 hours-larva, 5.1 mm long.
Fig. F 2 days-larva, 5.6 mm long.

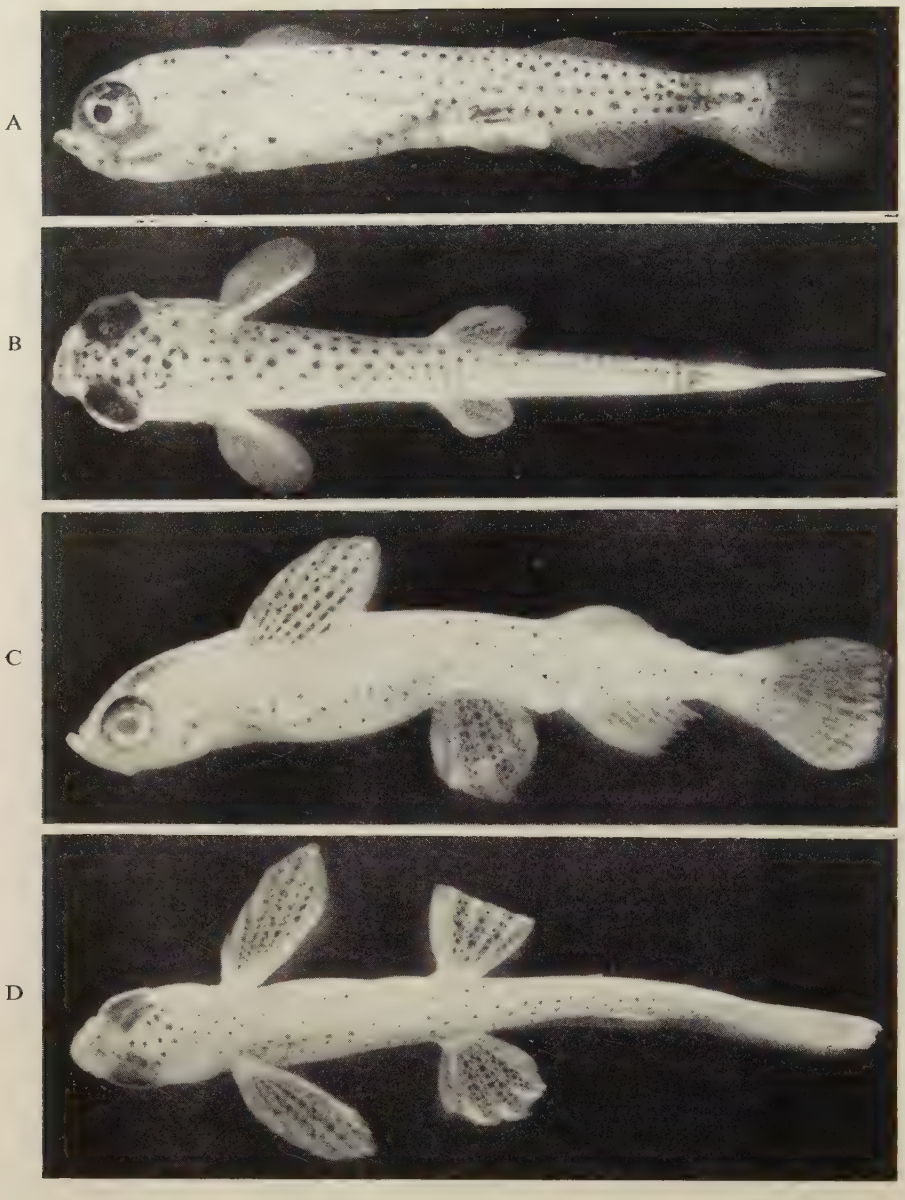


Plate 15.

Cypselurus pinnatibarbatus japonicus (FRANZ) ハマトビウオ -II

Reared larvae:

Figs. A–B 4 days-larva, 6.0 mm long.

Figs. C–D 10 days-larva 7.1 mm long.

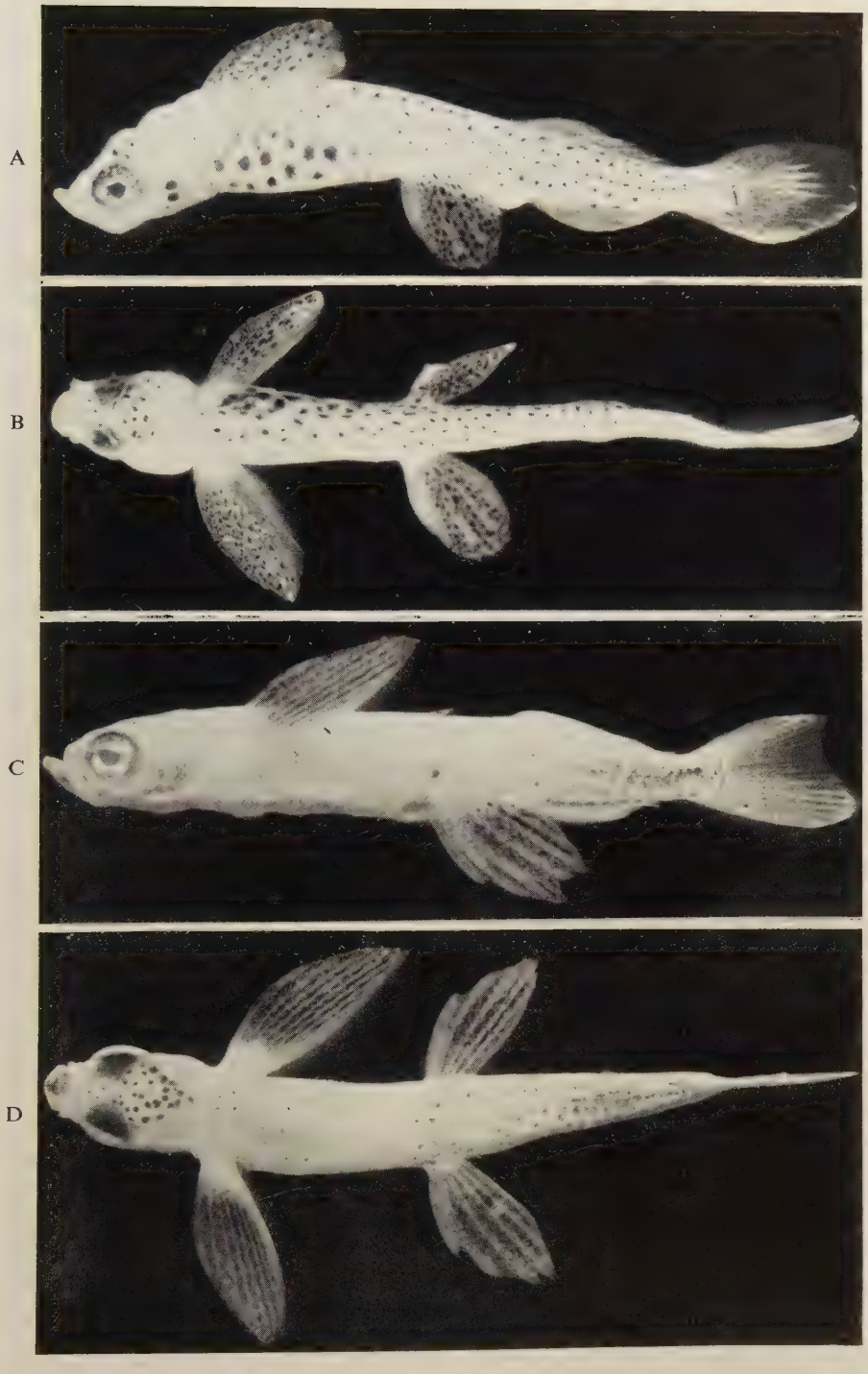


Plate 16.

Cypselurus pinnatibarbatus japonicus (FRANZ) ハマトビウオ -III

Reared larvae :

Figs. A–B 14 days-larva, 8.8 mm long.

Figs. C–D 24 days-larva 11.7 mm long.

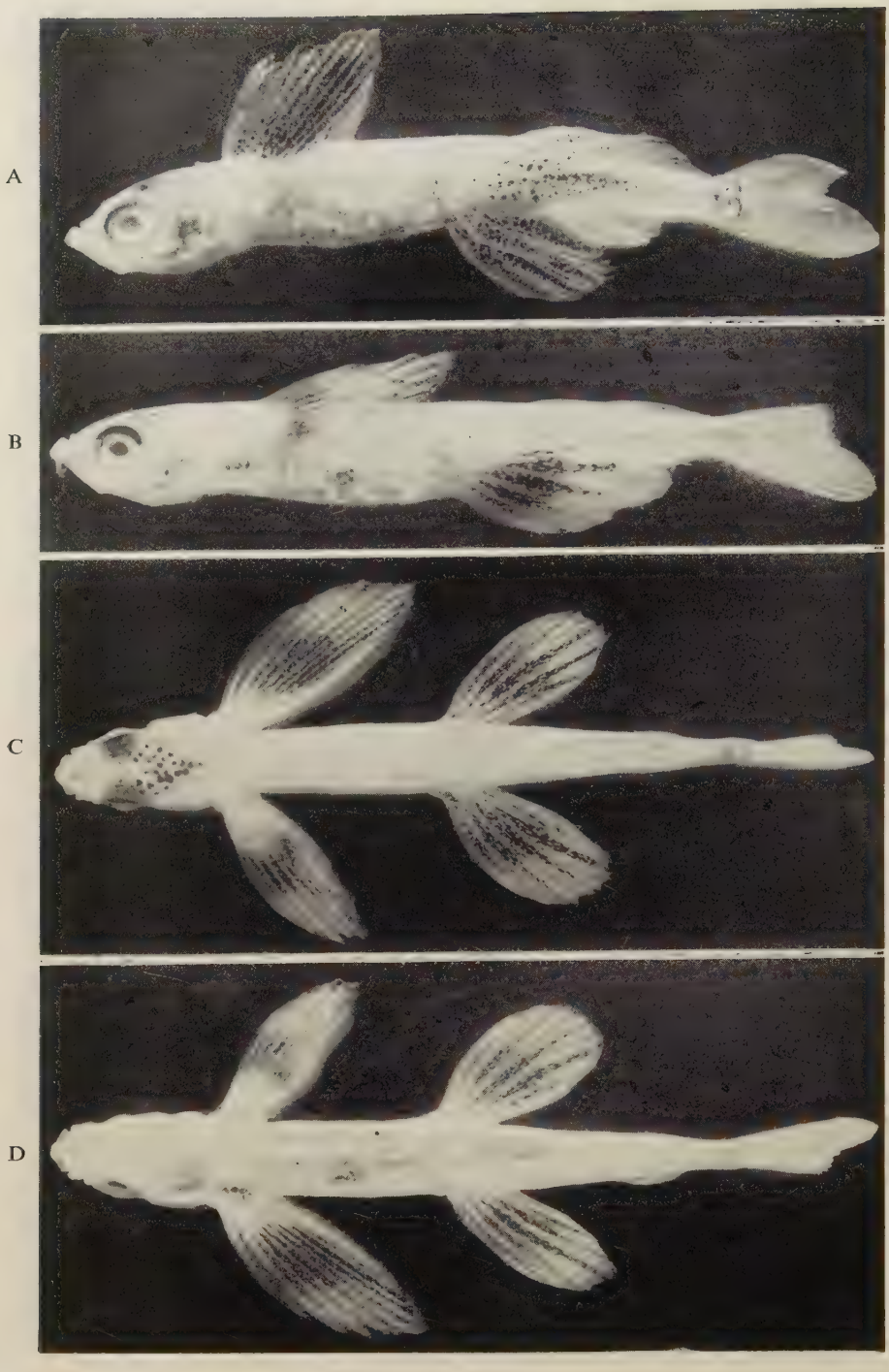


Plate 17.

Cypselurus pinnatibabatus japonicus (FRANZ) ハマトビウオ -IV

Reared larvae:

Fig. A 30 days-larva, 14.9 mm long.

Figs. B–D 32 days-larva with short barbel, 16.8 mm long.

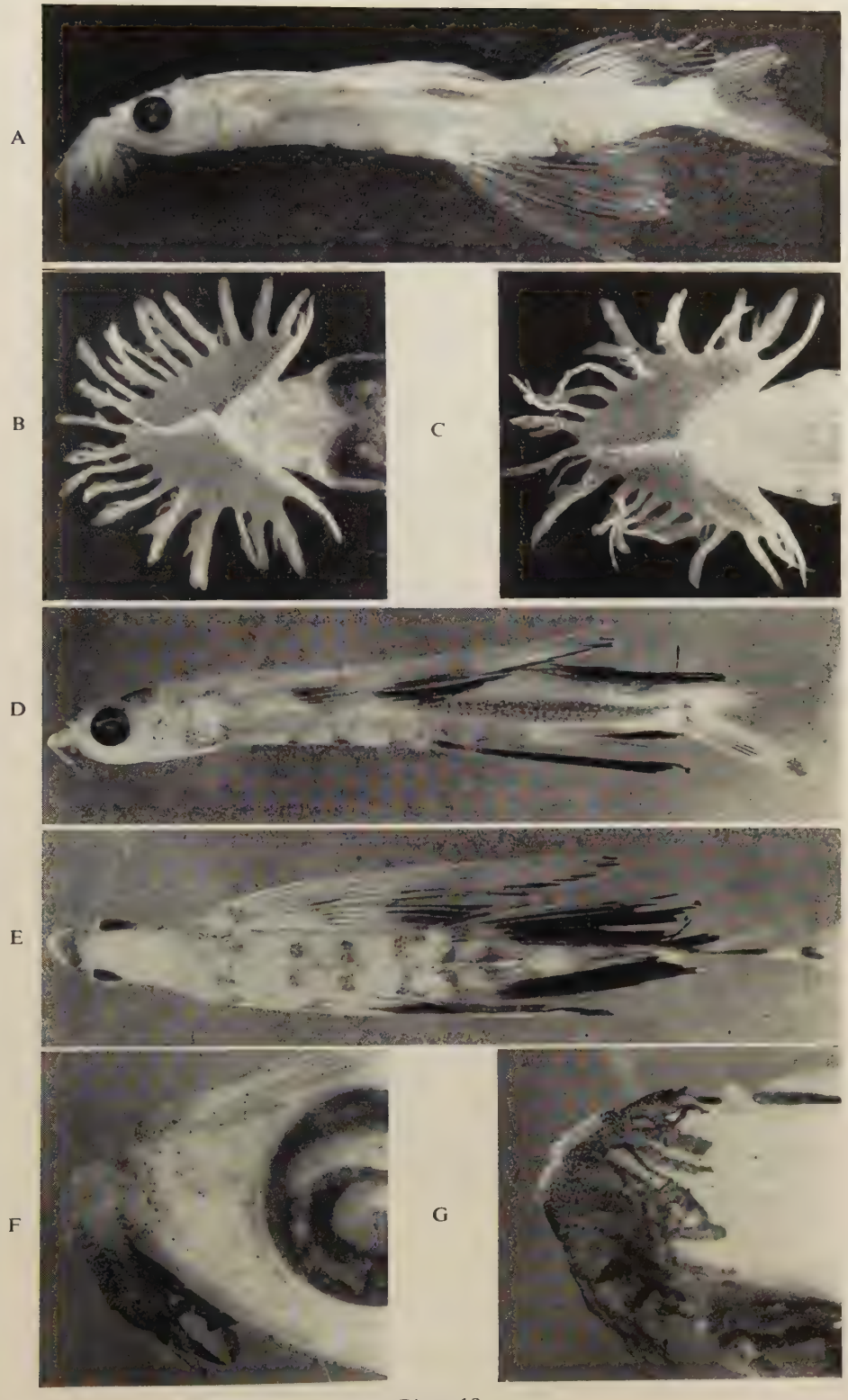


Plate 18.

Cypselurus pinnatibarbatus japonicus (FRANZ) ハマトビウオ -V

Fig. A Young, 6.2 mm long, Izu Oshima.
Fig. B Ditto, barbel, dorsal view.
Fig. C Ditto, ventral view.
Figs. D-E Young, 72 mm long, Izu Oshima.
Fig. F Ditto, barbel, lateral view.
Fig. G Ditto, ventral view.

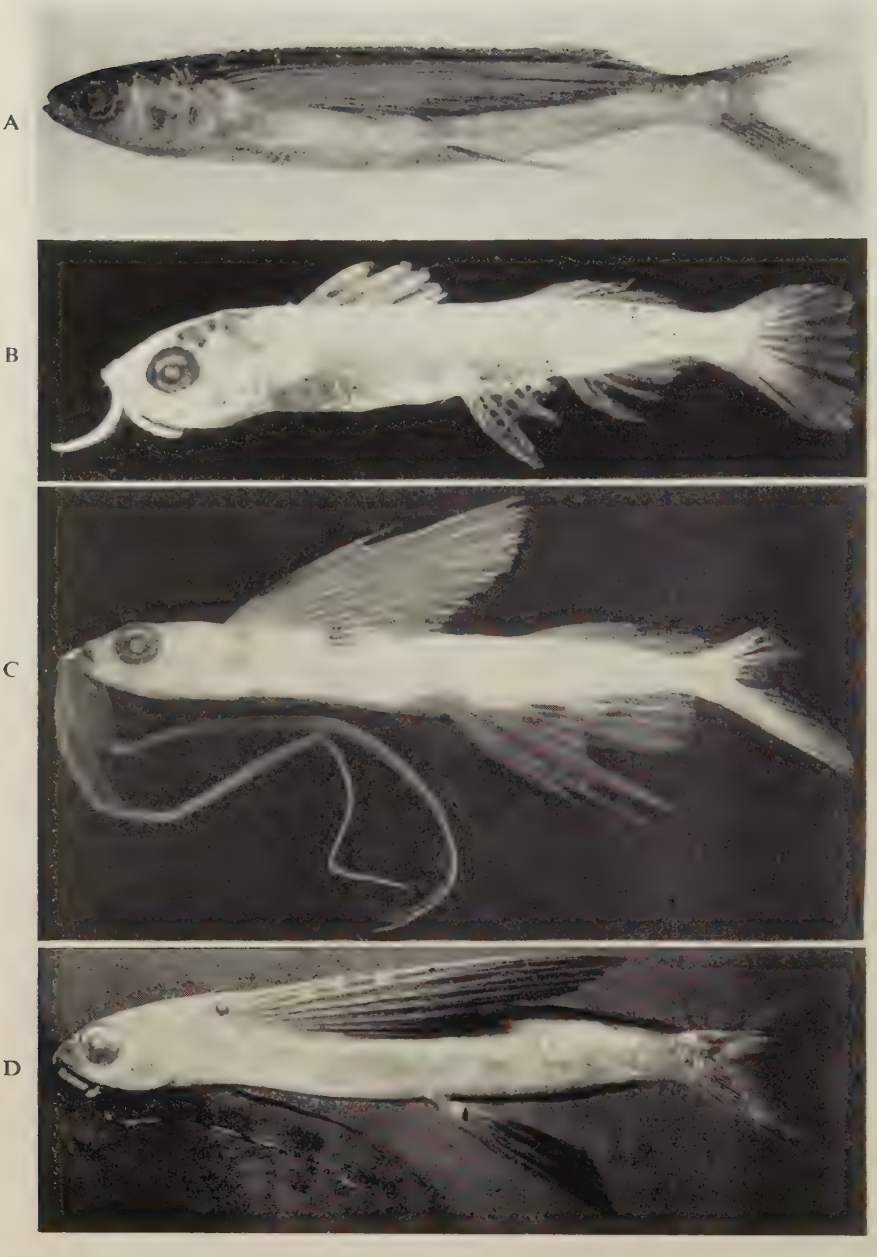


Plate 19.

Cypselurus spilonotopterus (BLEEKER) カラストビウオ -I

Fig. A Adult, 295 mm long, Yaku-shima.

Fig. B Post-larva, 8.9 mm long, 24°36′N 124°54′E.

Fig. C Young, 41.2 mm long, Yaku-shima.

Fig. D Young, 84.0 mm long, Amakusa-jima.

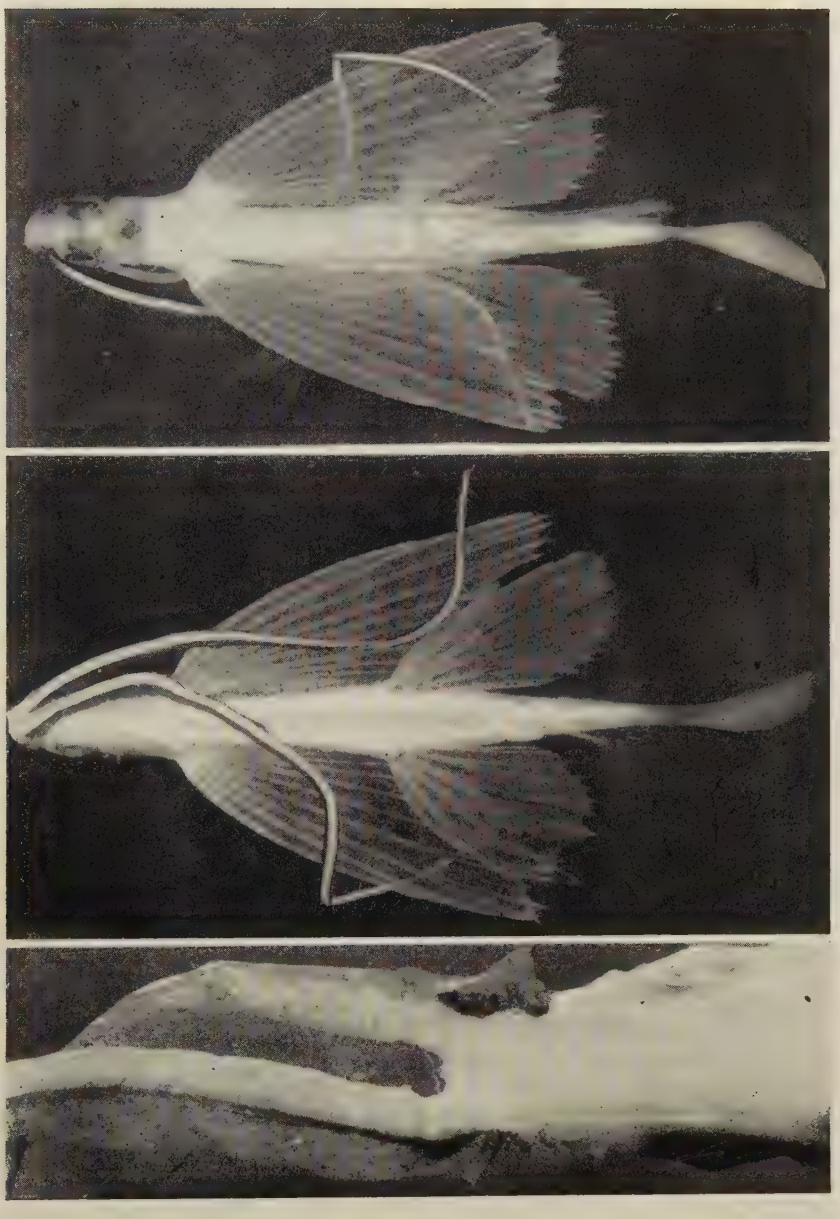


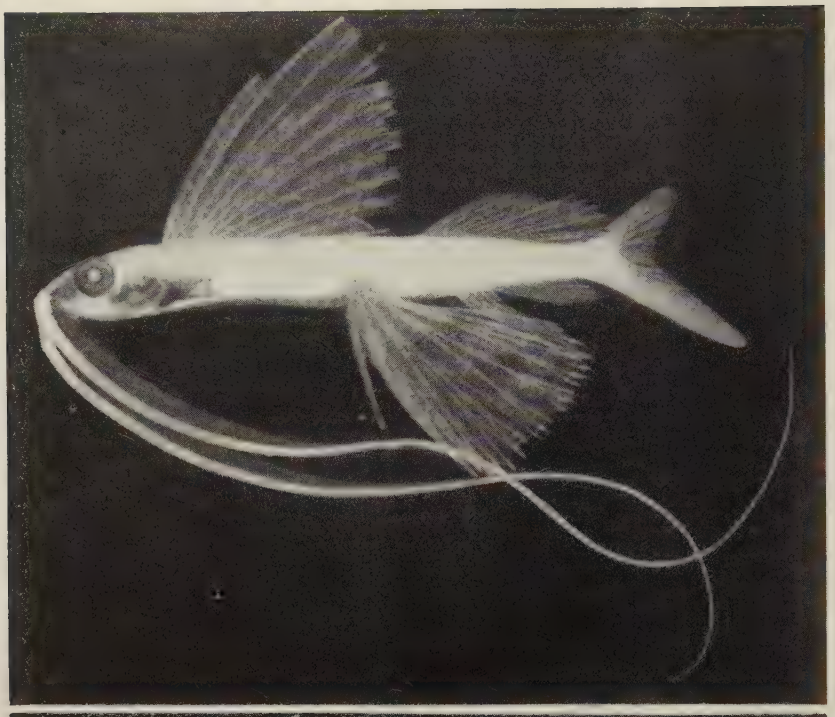
Plate 20.

Cypselurus spilonotopterus (BLEEKER) カラストビウオ -II

Figs. A–B Young, 37.2 mm long, Yaku-shima.

Fig. C Ditto, barbel, ventral view.

A



B

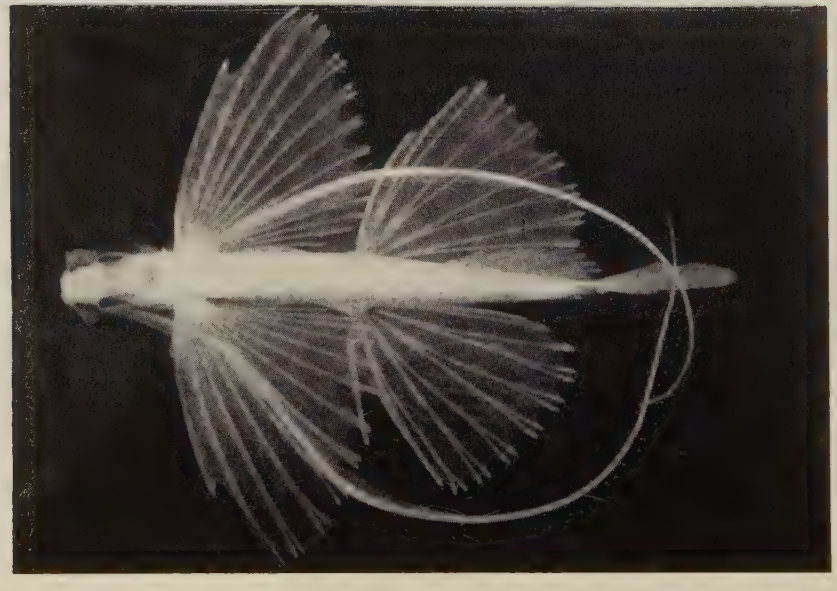


Plate 21.

Cypselurus spilonotopterus (BLEEKER) カラストビウオ -III

Figs. A-B Young, 40.0 mm long, 17°25′S 162°13′E.

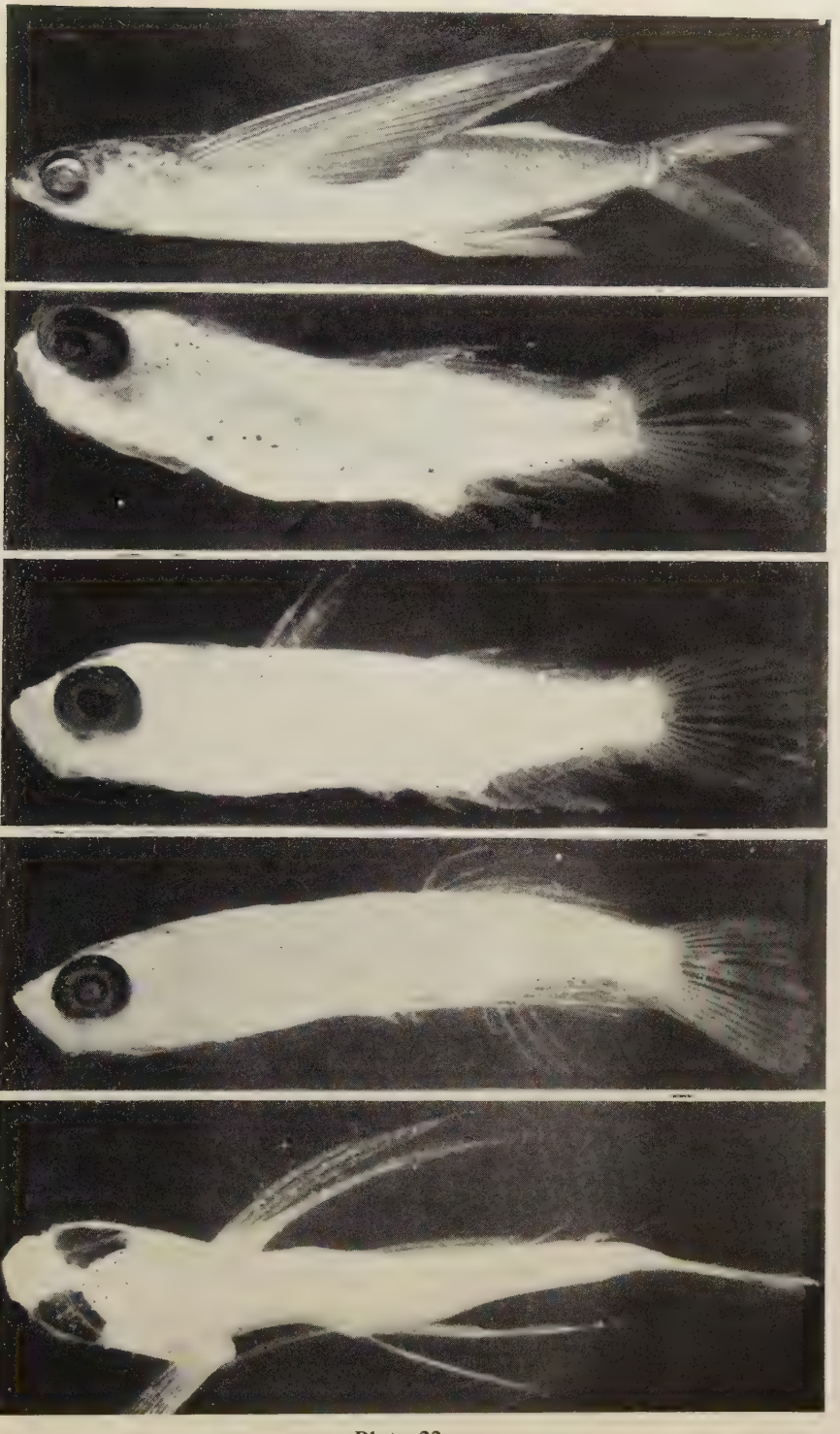


Plate 22.

Cypselurus exsiliens (LINNÉ) オジロトビ -I

Fig. A Adult, 208 mm long, east of Formosa.
Fig. B Post-larva, 3.9 mm long, 24°54′N 129°35′E.
Fig. C Post-larva, 4.4 mm long, 24°54′N 129°35′E.
Figs. D–E Post-larva, 6.4 mm long, 22°39′N 125°28′E.

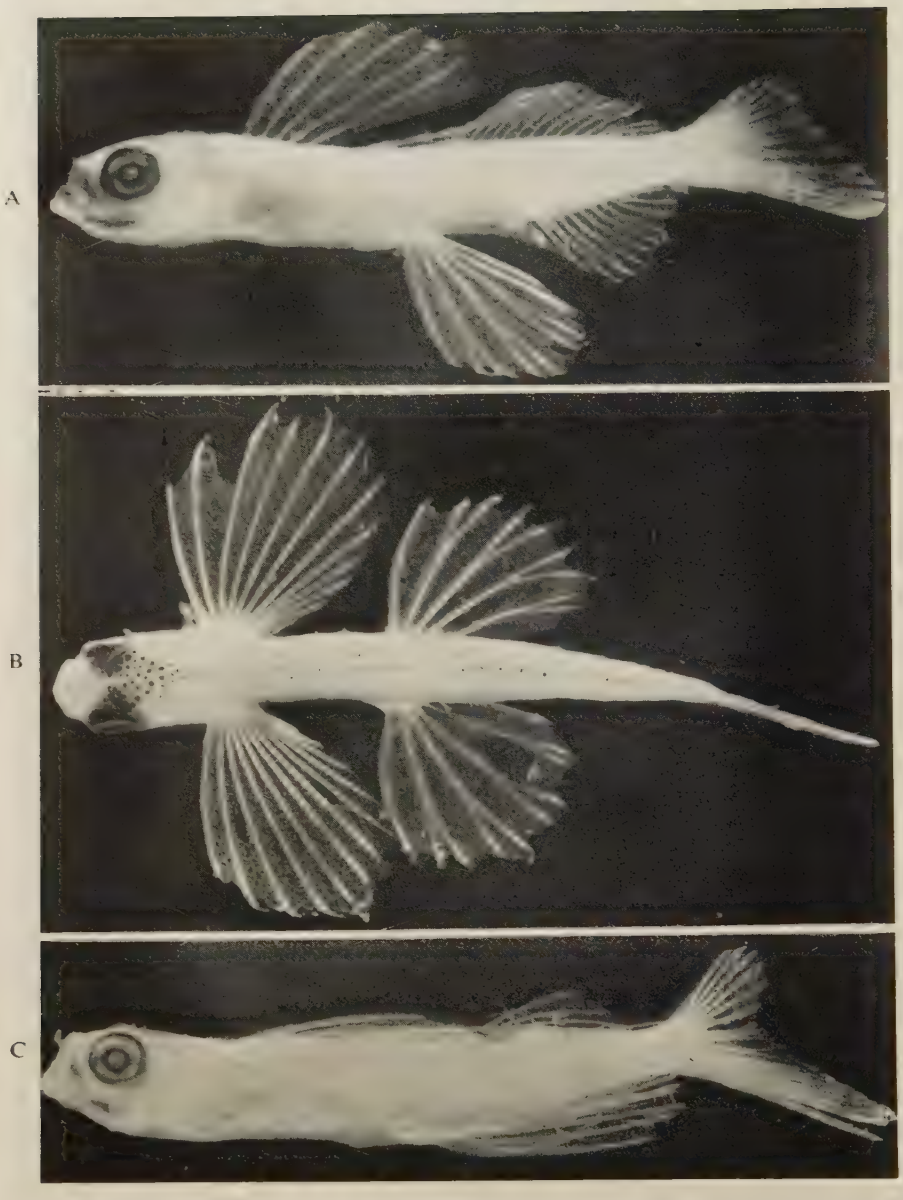


Plate 23.

Cypselurus exsiliens (Linné) オジロトビ -II

Figs. A–B Post-larva, 11.0 mm long, Makurazaki.

Fig. C Young, 21.6 mm long, 27°10′N 129°42′E.

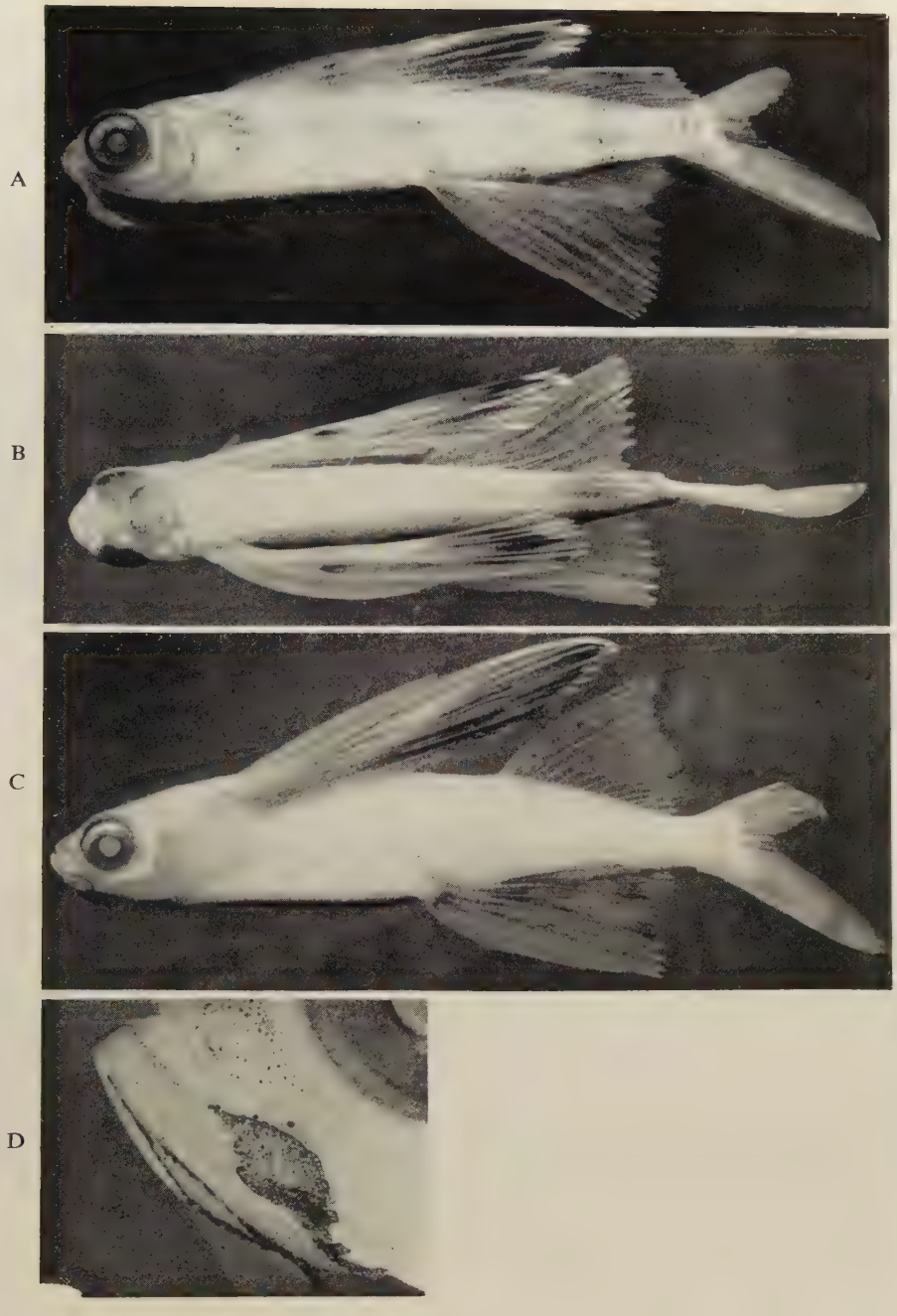


Plate 24.

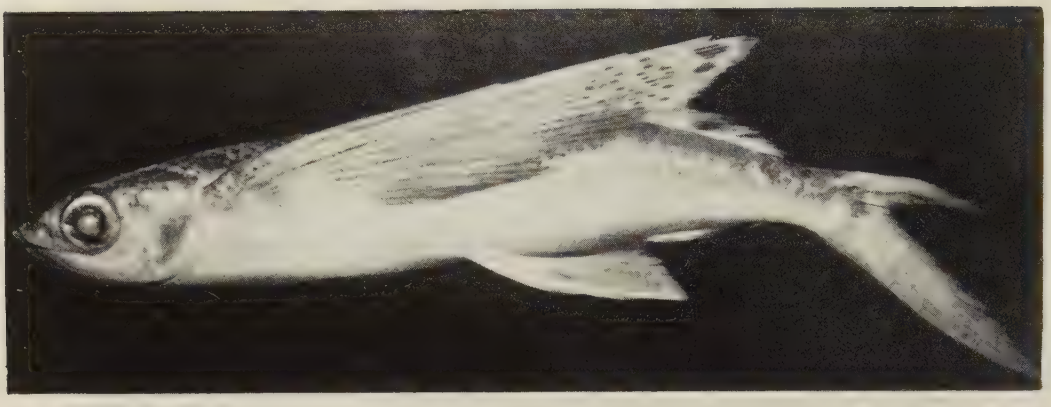
Cypselurus exsiliens (LINNÉ) オジロトビ -III

Figs. A–B Young, 31.0 mm long, east of Okinawa

Fig. C Young, 56.0 mm long, Yaku-shima.

Fig. D Ditto, barbel.

A



B

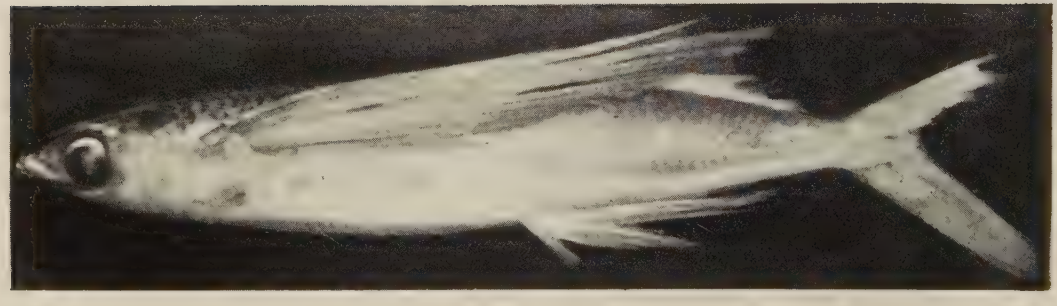


Plate 25.

Fig. A *Cypselurus atrisignis* JENKINS アカトビ
Adult, 231 mm long, 23°30′N 124°45′E.

Fig. B *Cypselurus spilopterus* (VALENCLNNES) マトウトビウオ
Adult, 310 mm long, Yoron-jima.

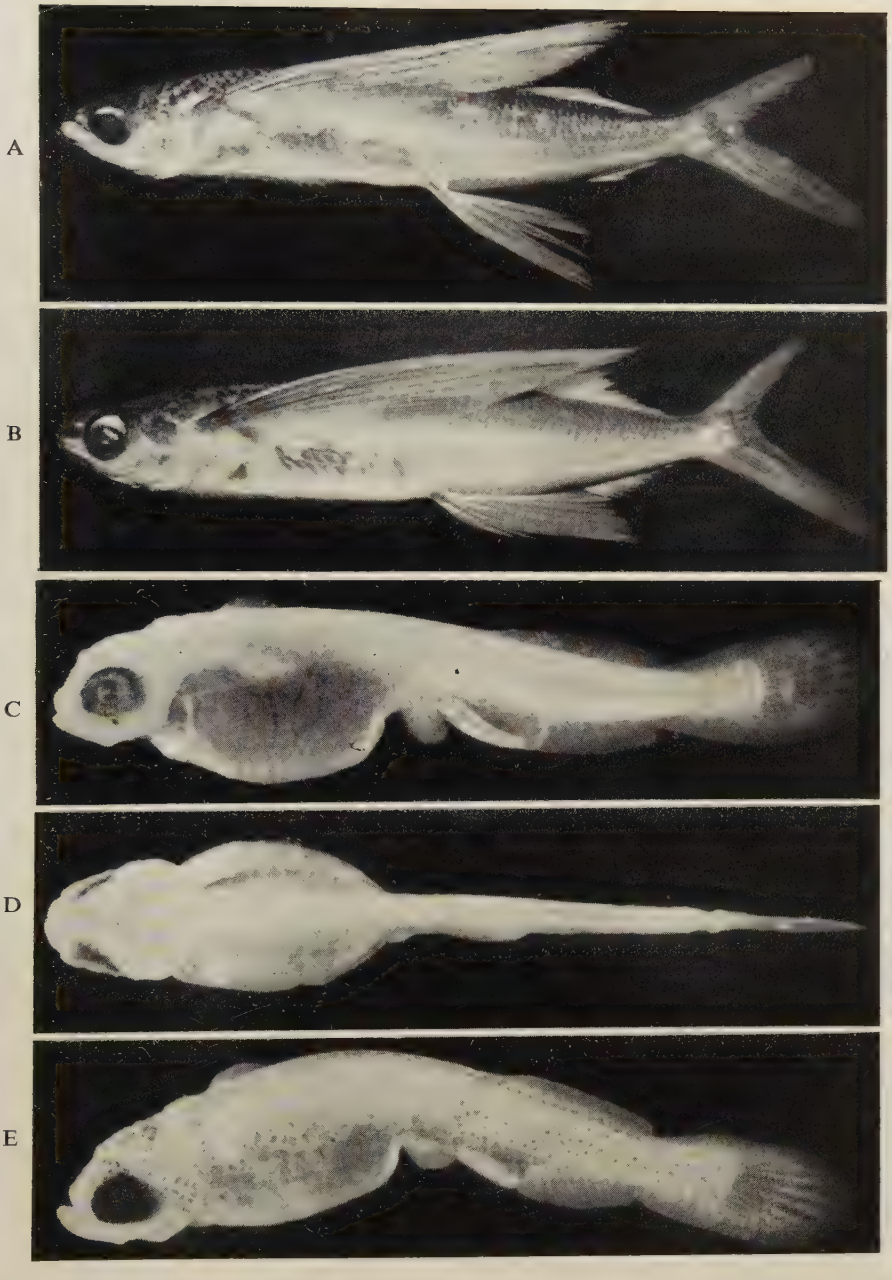


Plate 26.

Cypselurus heterurus döderleini (STEINDACNER) ツクシトビウオ -I

Fig. A Adult, 245 mm long, Tanegashima.

Fig. B Adult, 241 mm long, Fukuoka.

Figs. C–D Newly hatched larva, 4.7 mm long, hatched in the laboratory from the eggs obtained near Tanegashima.

Fig. E 20 hours-larva, 4.8 mm long, hatched and reared in the laboatory.

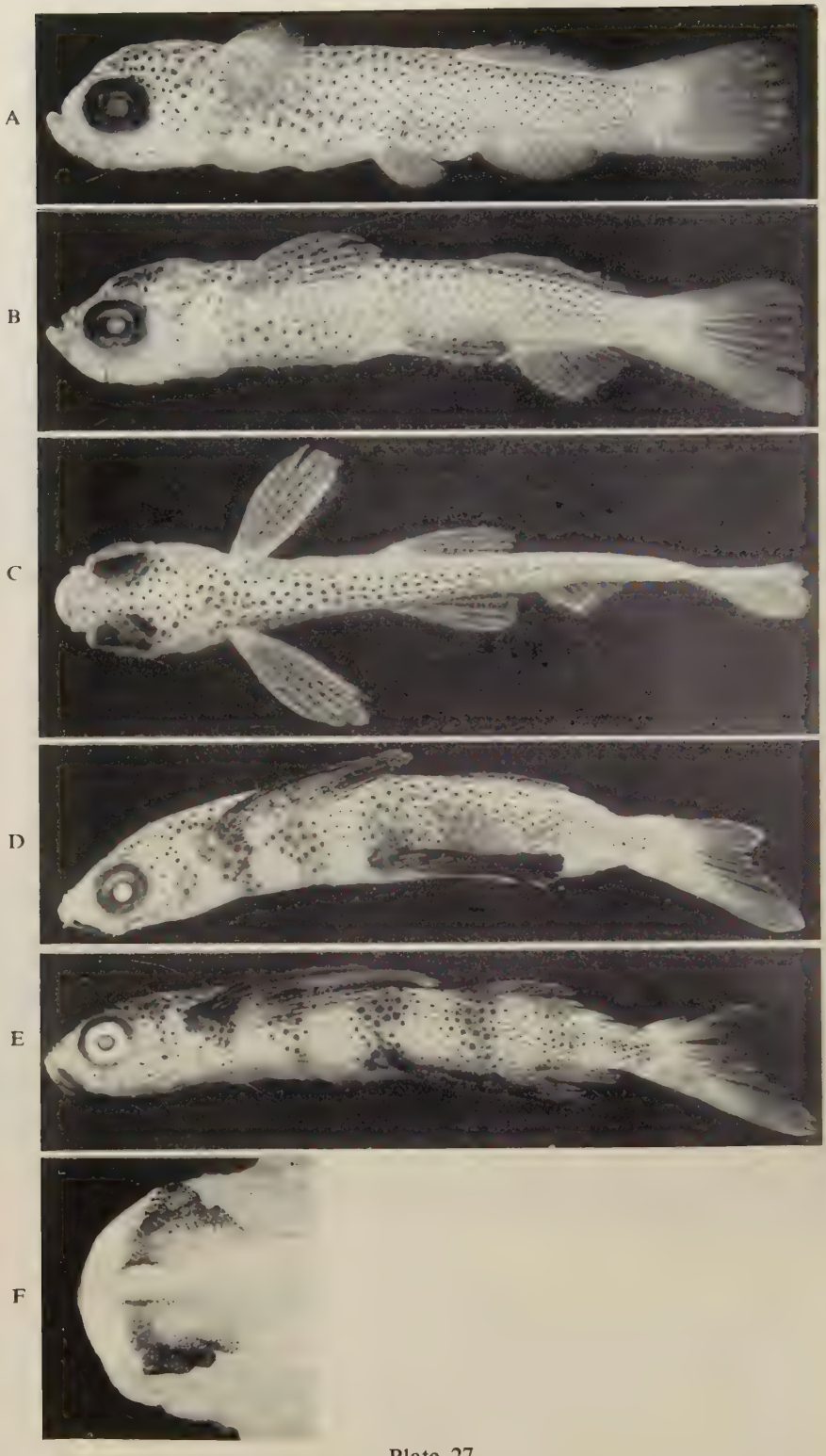


Plate 27.

Cypselurus heterurus döderleini (STEINDACHNER) ツクシトビウオ -II

Fig. A Post-larva, 6.5 mm long, Tanegashima.
Fig. B Post-larva, 9.1 mm long, Tanegashima.
Fig. C Ditto, dorsal view.
Fig. D Young, 14.2 mm long, Uji Islands.
Fig. E Young, 19.8 mm long, Sada Cape.
Fig. F Ditto, barbel.

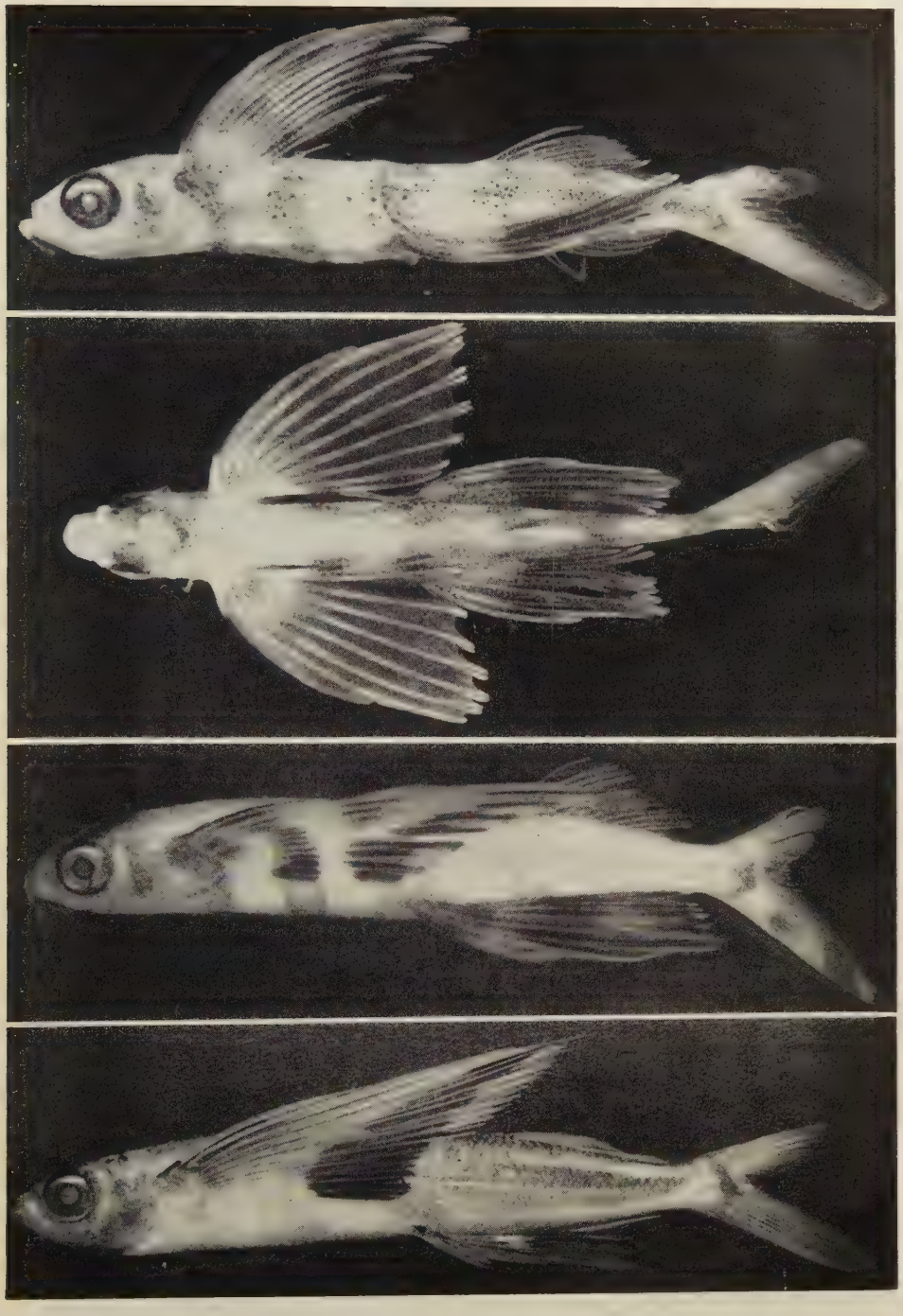


Plate 28.

Cypselurus heterurus döderleini (STEINDACHNER) ツクシトビウオ -III

Figs. A–B Young, 32 mm long, Koshiki-jima.

Fig. C Young, 60 mm long, Totoro.

Fig. D Immature, 138 mm long, Ikitsuki-jima.

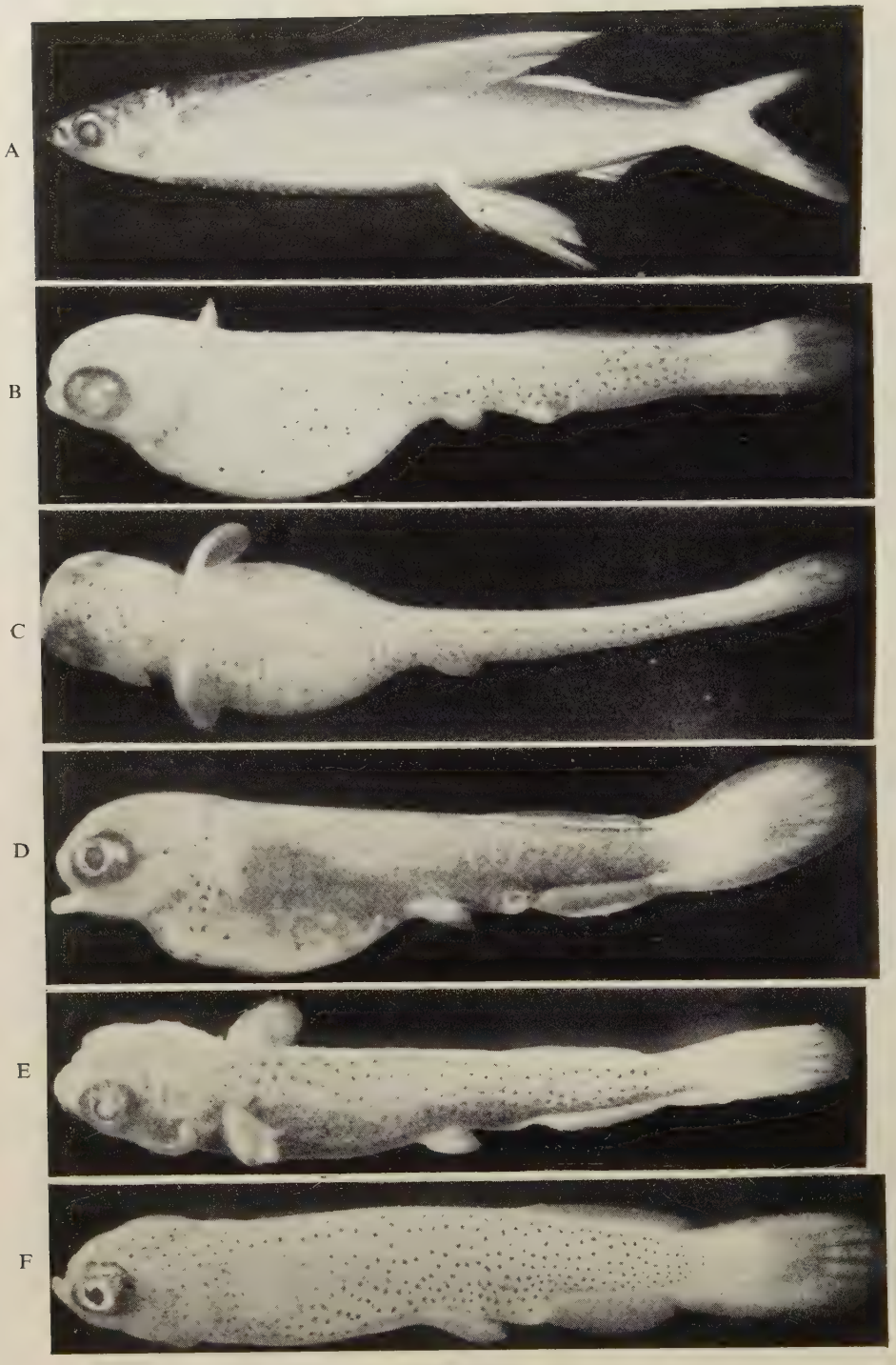


Plate 29.

Cypselurus opisthopus hiraii Abe ホソトビ -I

Fig. A Adult, 204 mm long, Amakusa-jima.
Reared larvae:
Figs. B–C Newly hatched, 3.7 mm long.
Fig. D Newly hatched, 3.9 mm long.
Fig. E 20 hours-larva, 5.0 mm long.
Fig. F 60 hours-larva, 5.7 mm long.

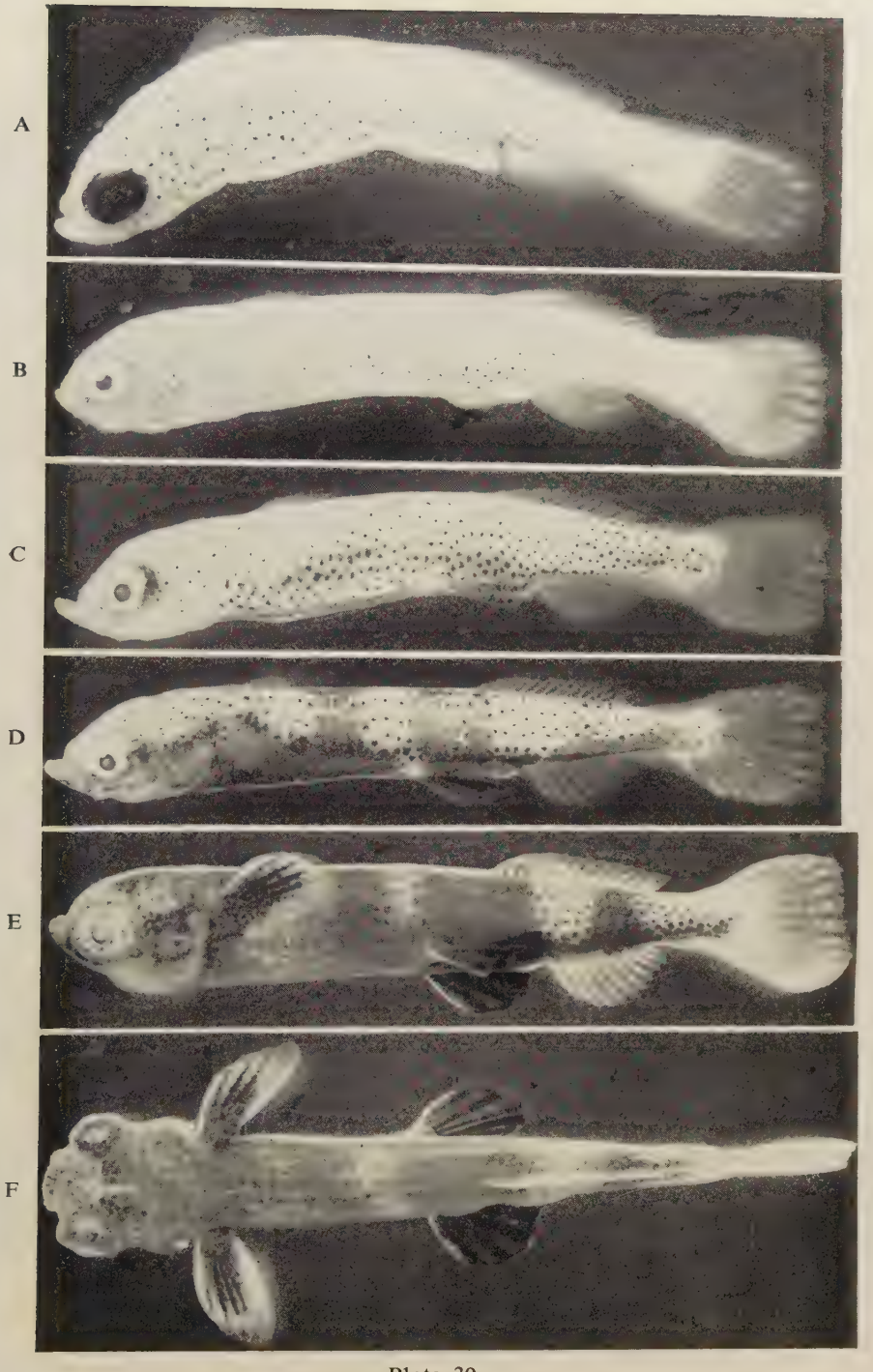


Plate 30.

Cypselurus opisthopus hiraii Abe ホソトビ -II

Reared larvae:

Fig. A	3 days-larva, 6.2 mm long.
Fig. B	5 days-larva, 6.8 mm long.
Fig. C	7 days-larva, 8.4 mm long.
Fig. D	7 days-larva, 8.6 mm long.
Figs. E–F	7 days-larva, 9.4 mm long.

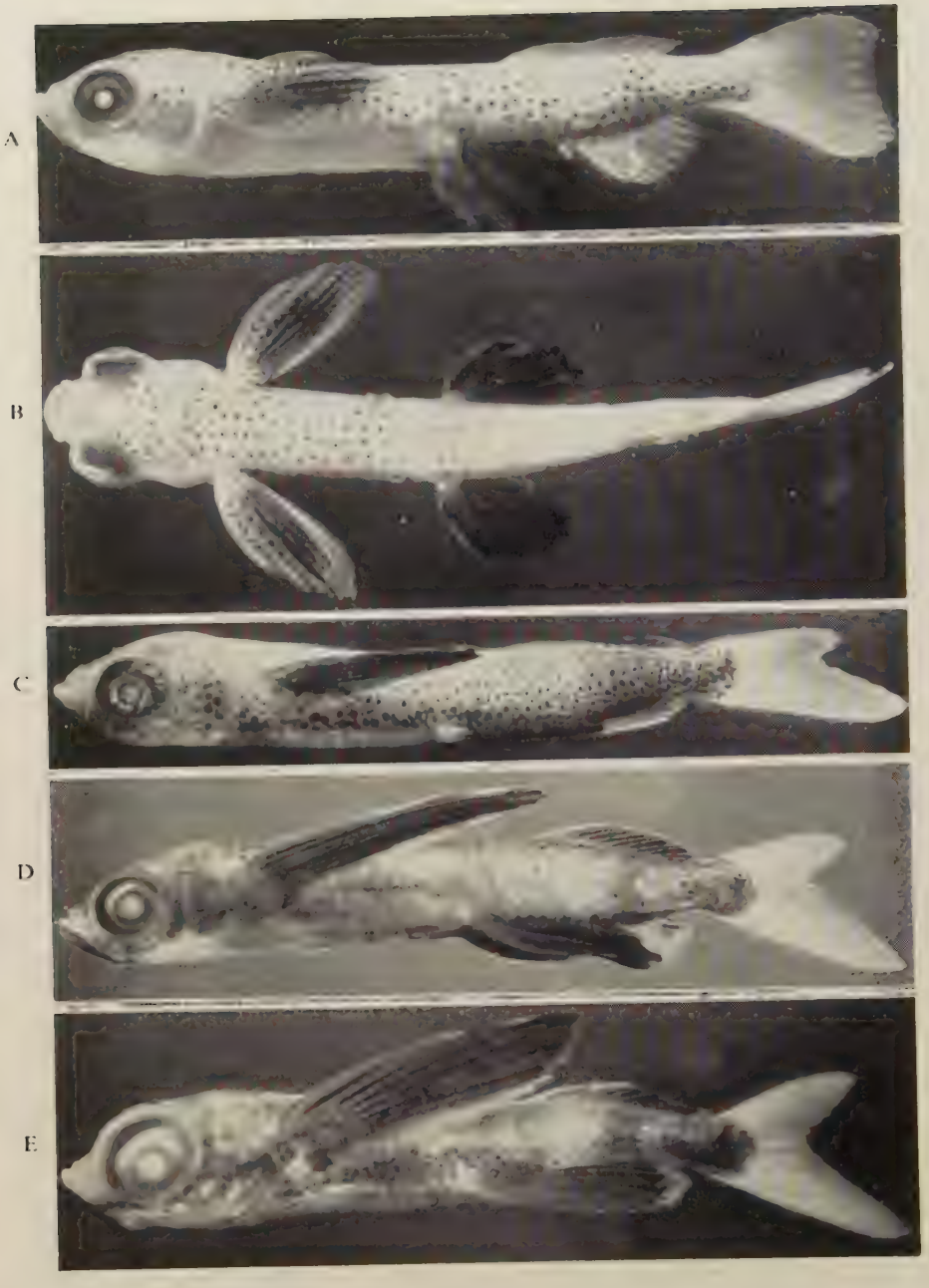


Plate 31.

Cypselurus opisthopus hiraii Abe ホソトビ -III

Reared larvae:

Figs. A–B 9 days-larva, 10.3 mm long.

Fig. C 18 days-larva, 14.0 mm long.

Fig. D 24 days-larva, 21.1 mm long.

Figs. E–F 73 days-larva, 24.0 mm long.

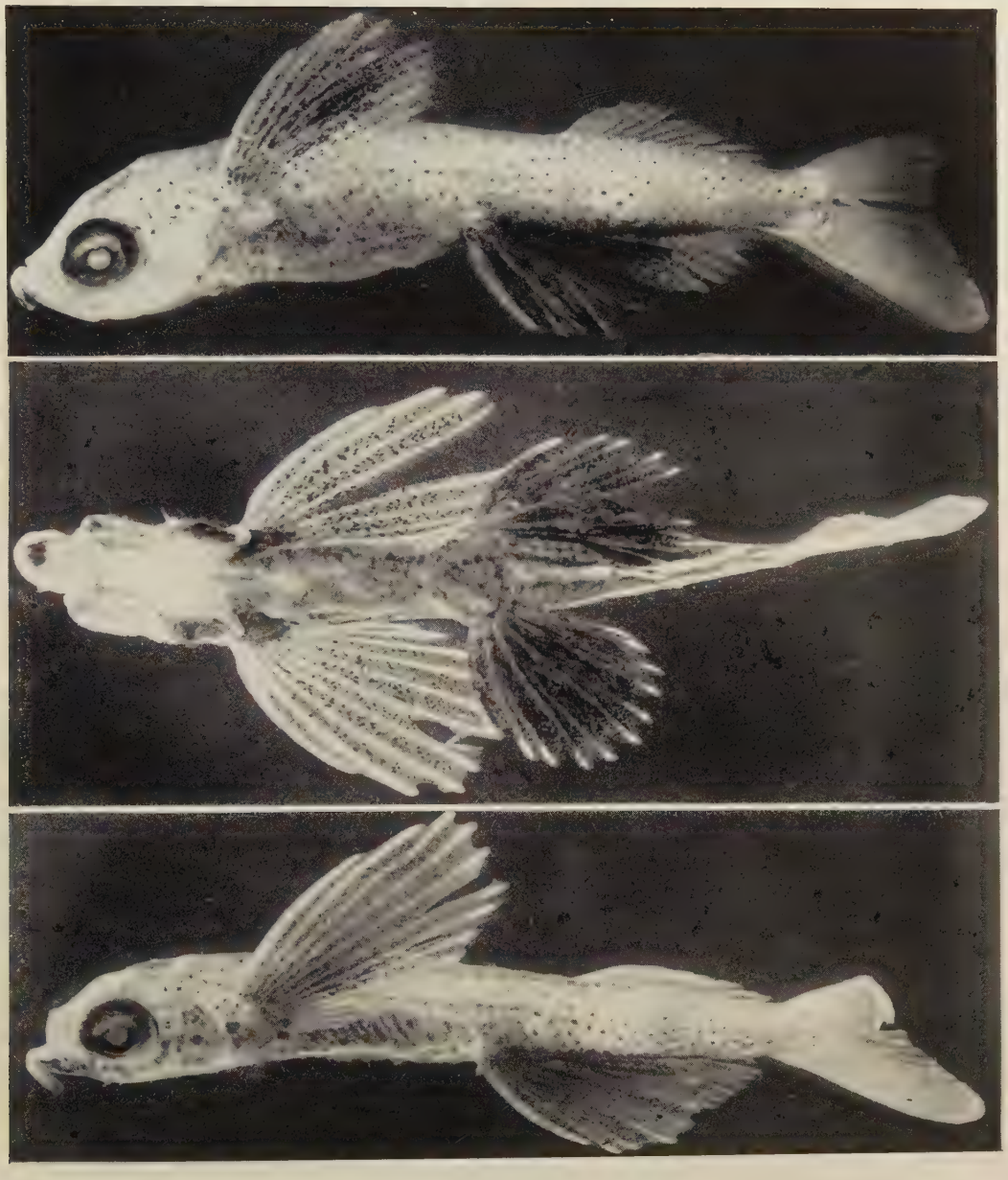


Plate 32.

Cypselurus opisthopus hiraii Abe ホソトビ -IV

Figs. A–B Young, 14.0 mm long, Makurazaki.

Fig. C Young, 19.2 mm long, Amakusa-jima.

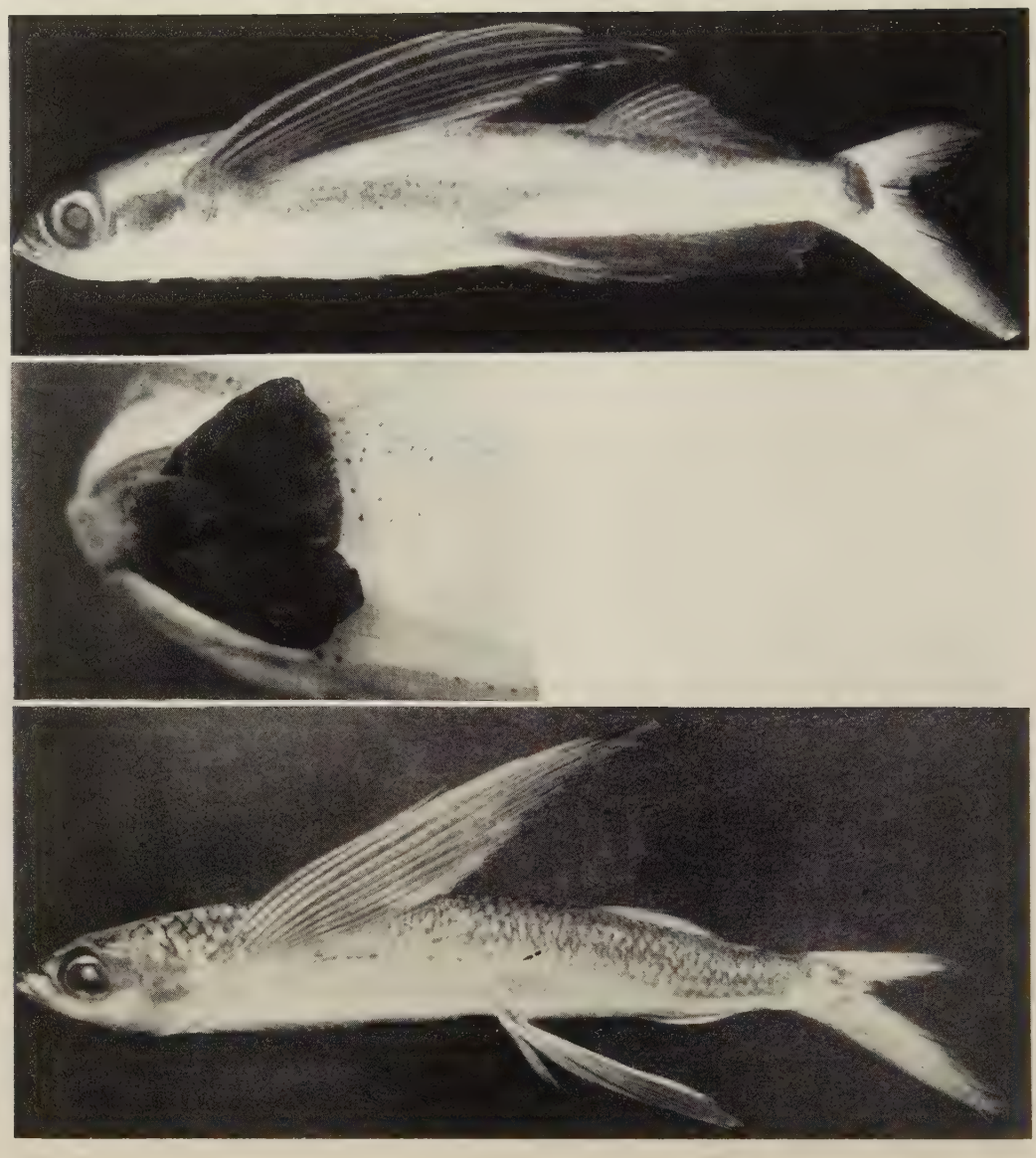


Plate 33.

Cypselurus opisthopus hiraii Abe ホソトビ -V

Fig. A Young, 70 mm long, Totoro.

Fig. B Ditto, barbel.

Fig. C Immature, 127 mm long, Ikitsuki-jima.

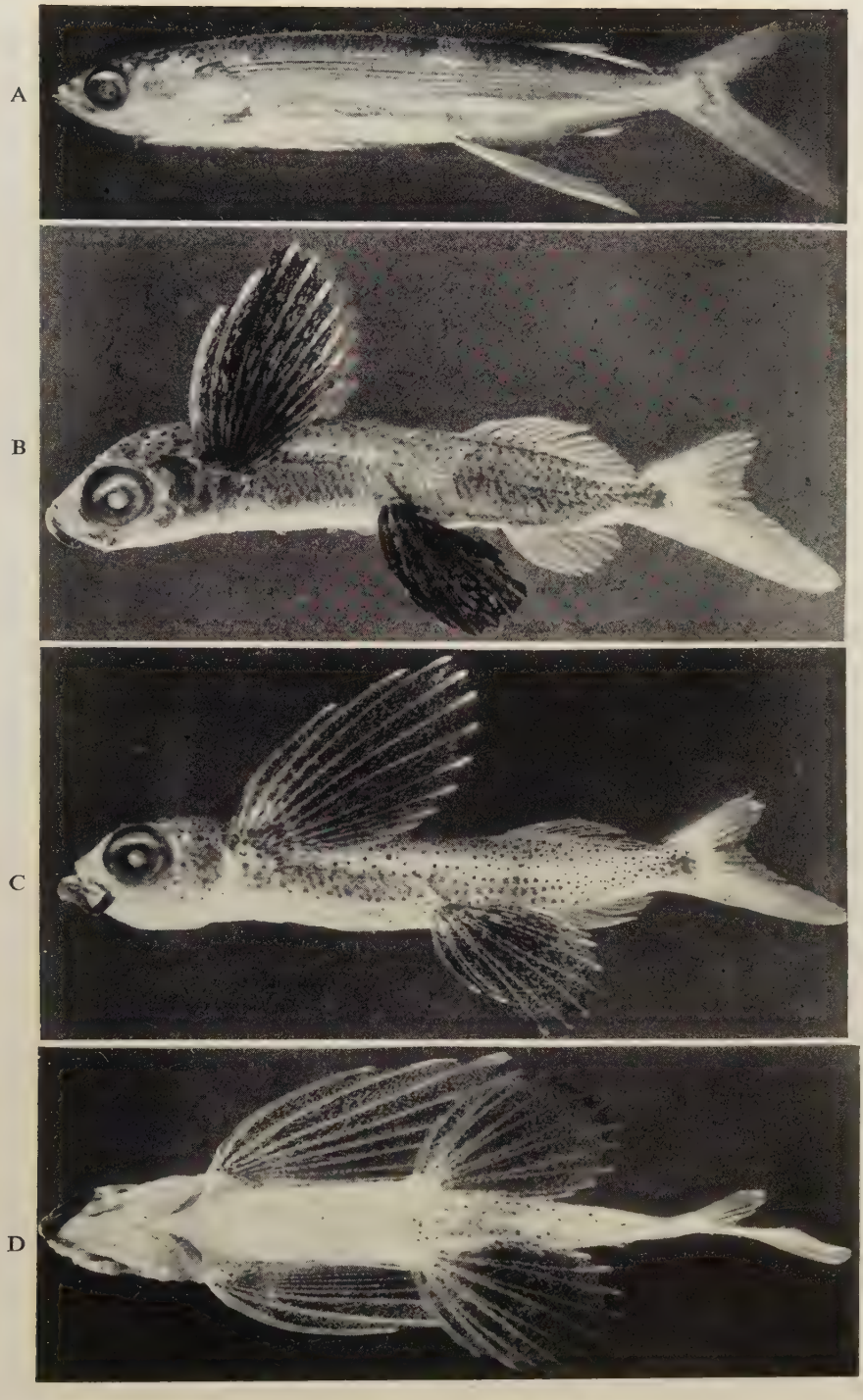


Plate 34.

Cypselurus naresii (GÜNTHER) ウチダトビウオ -I

Fig. A Adult, 231 mm long, Shikano-no-shima.

Fig. B Post-larva, 14.5 mm long, Yaku-shima.

Figs. C–D Young, 22.1 mm long, Yaku-shima.

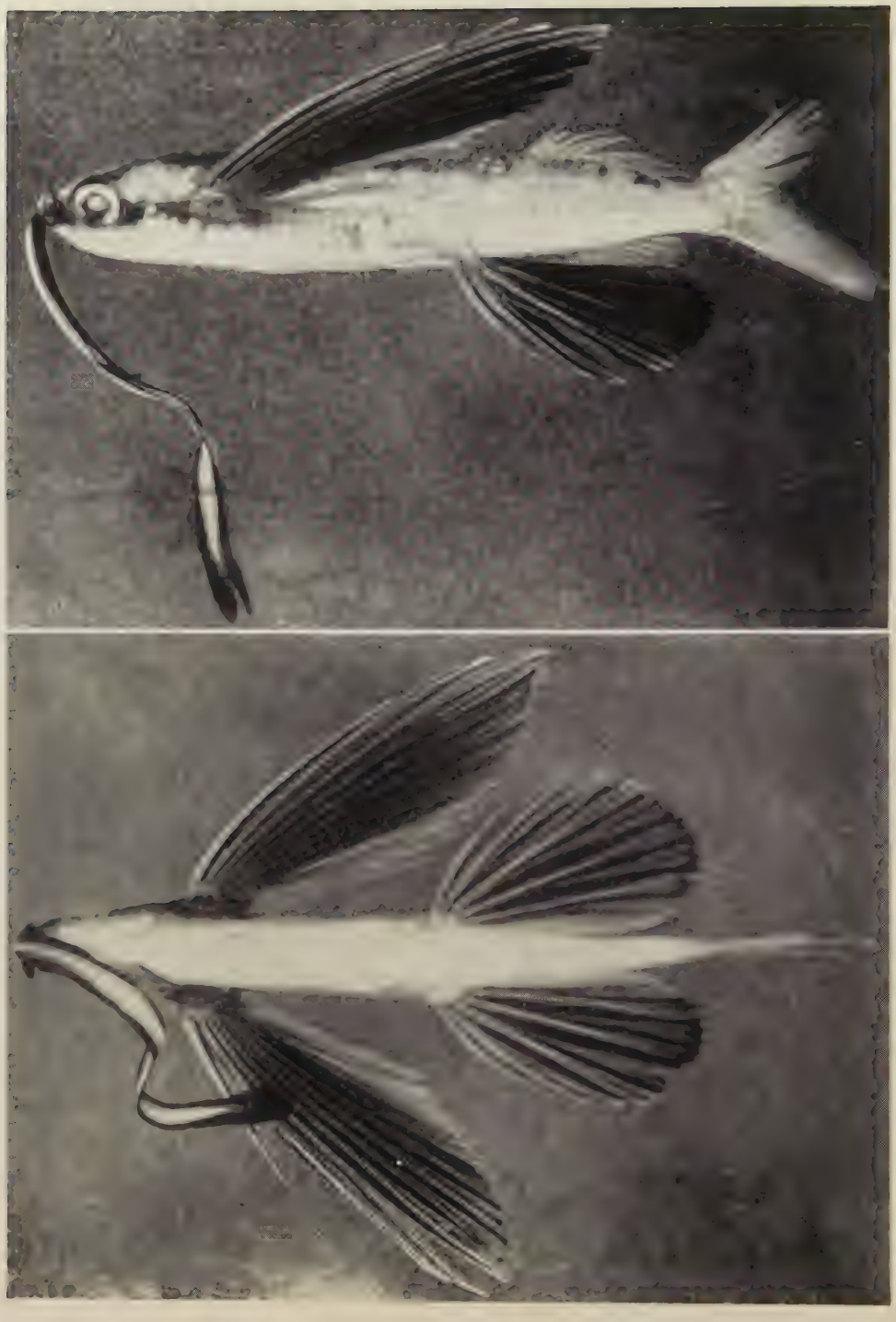


Plate 35.

Cypselurus naresii (GÜNTHER) ウチダトビウオ -II

Figs. A–B Young, 53.0 mm long, Yaku-shima

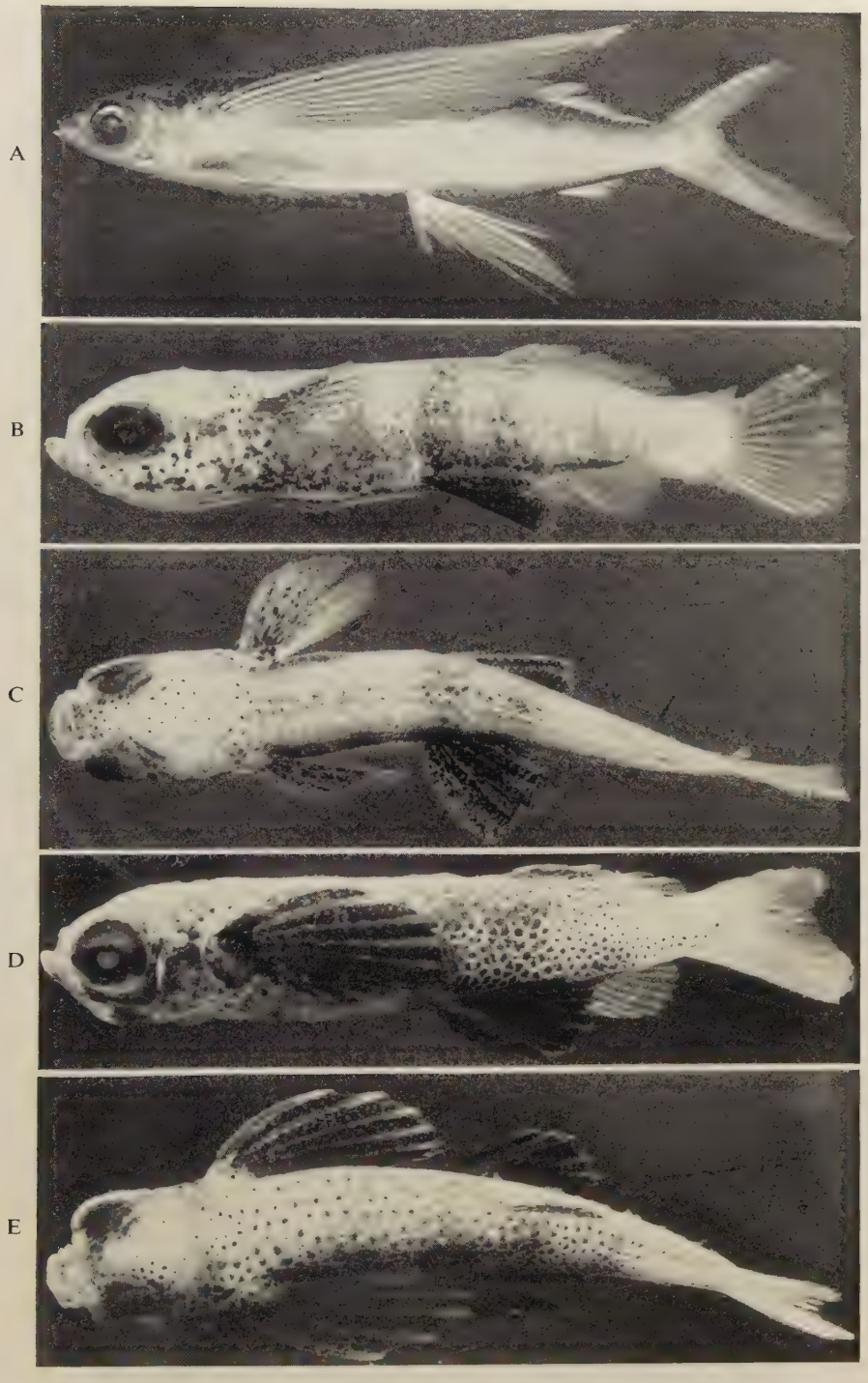


Plate 36.

Cypselurus starksi Abe アリアケトビウオ -I

Fig. A Adult, 188 mm long, Amakusa-jima.
Figs. B–C Post-larva, 7.0 mm long, Kasasa.
Figs. D–E Post-larva, 14.2 mm long, Kasasa.

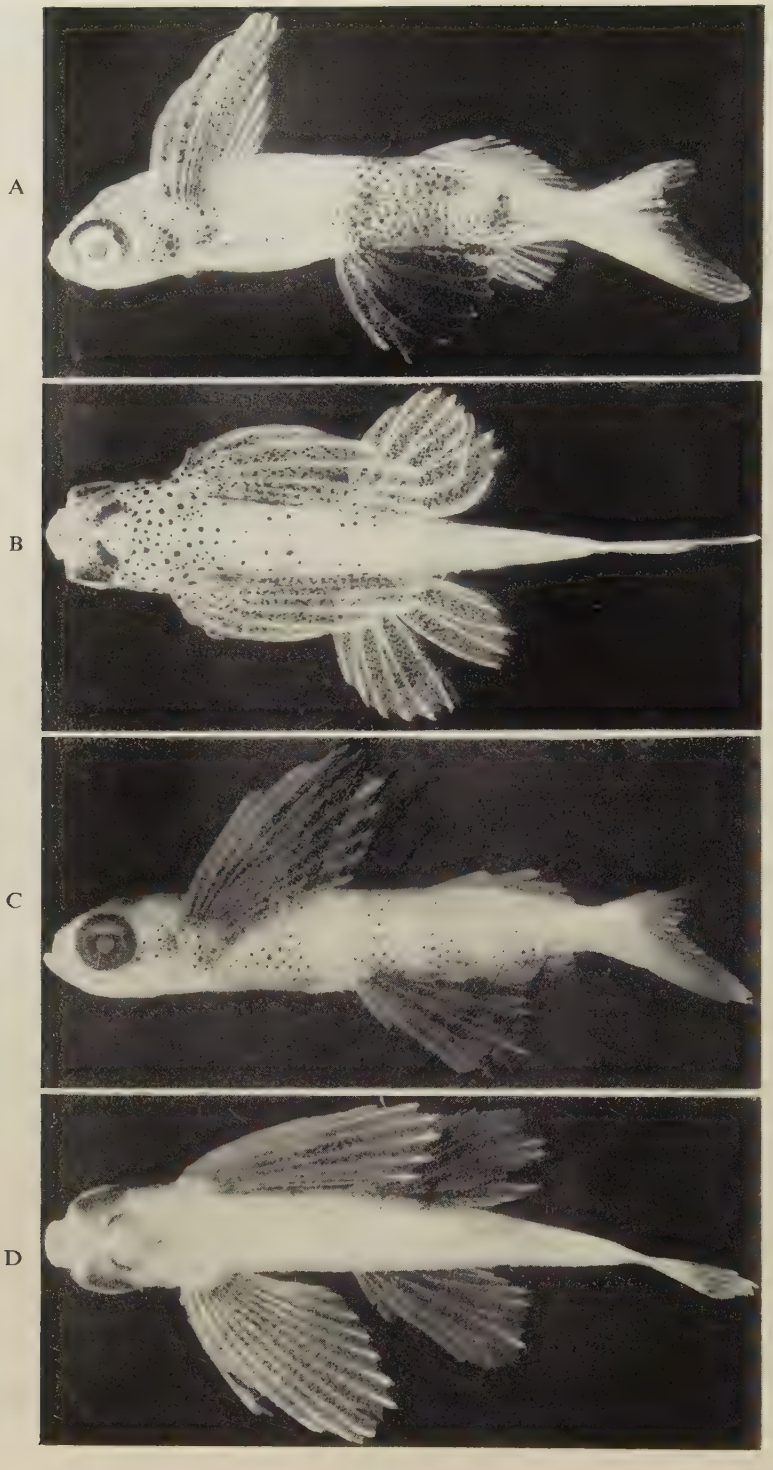


Plate 37.

Cypselurus starksi Abe アリアケトビウオ -II

Figs. A–B Young, 19.1 mm long, Makurazaki.
Flgs. C–D Young, 26.2 mm long, Kagoshima Bay.

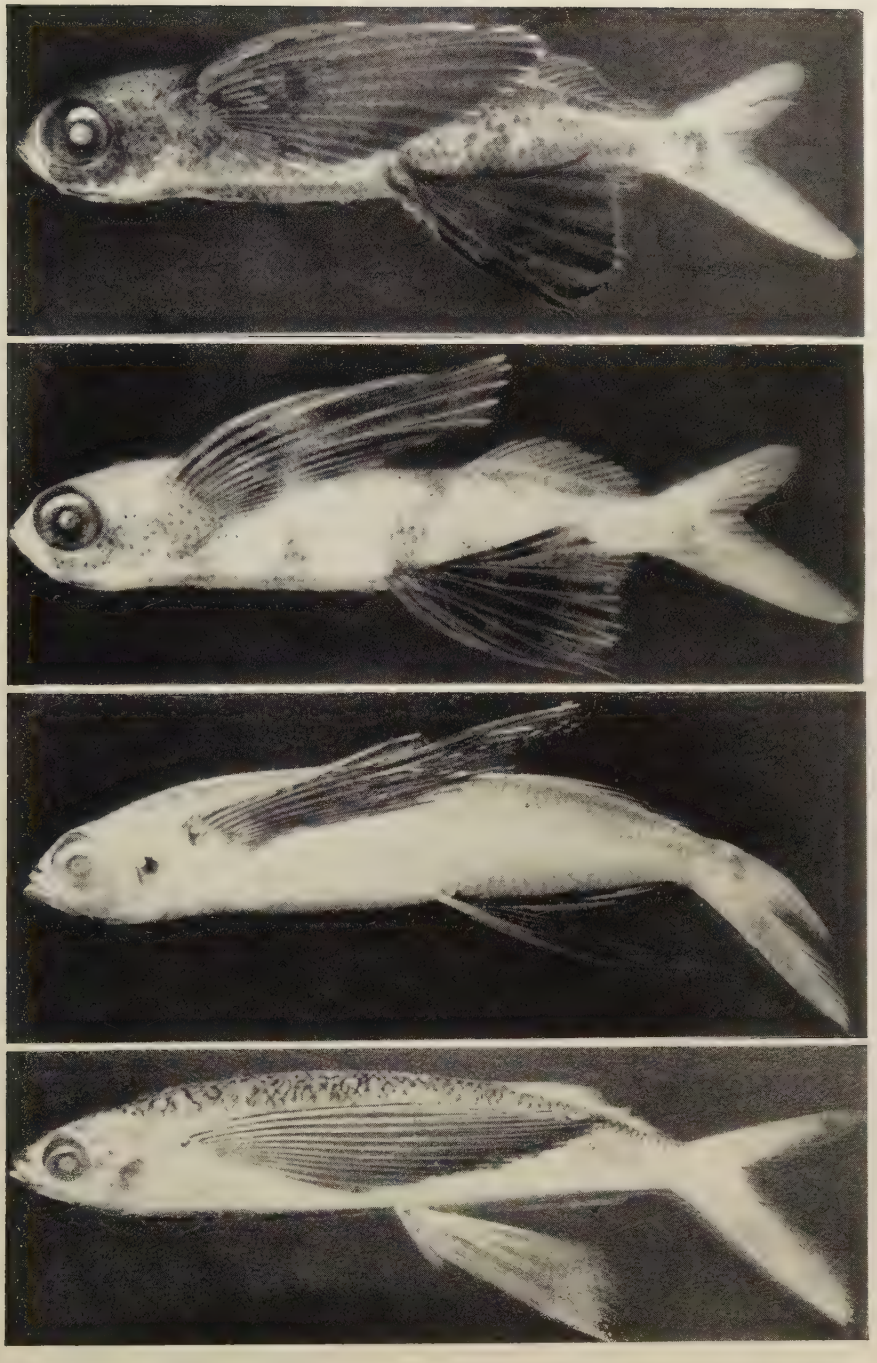


Plate 38.

Cypselurus starksi ABE アリアケトビウオ -III

Fig. A Young, 37.5 mm long, Makurazaki, dark phase.
Fig. B Young, 40.0 mm long, Makurazaki, banded phase.
Fig. C Young, 76 mm long, Kagoshima Bay.
Fig. D Immature, 128 mm long, Ikitsuki-jima.

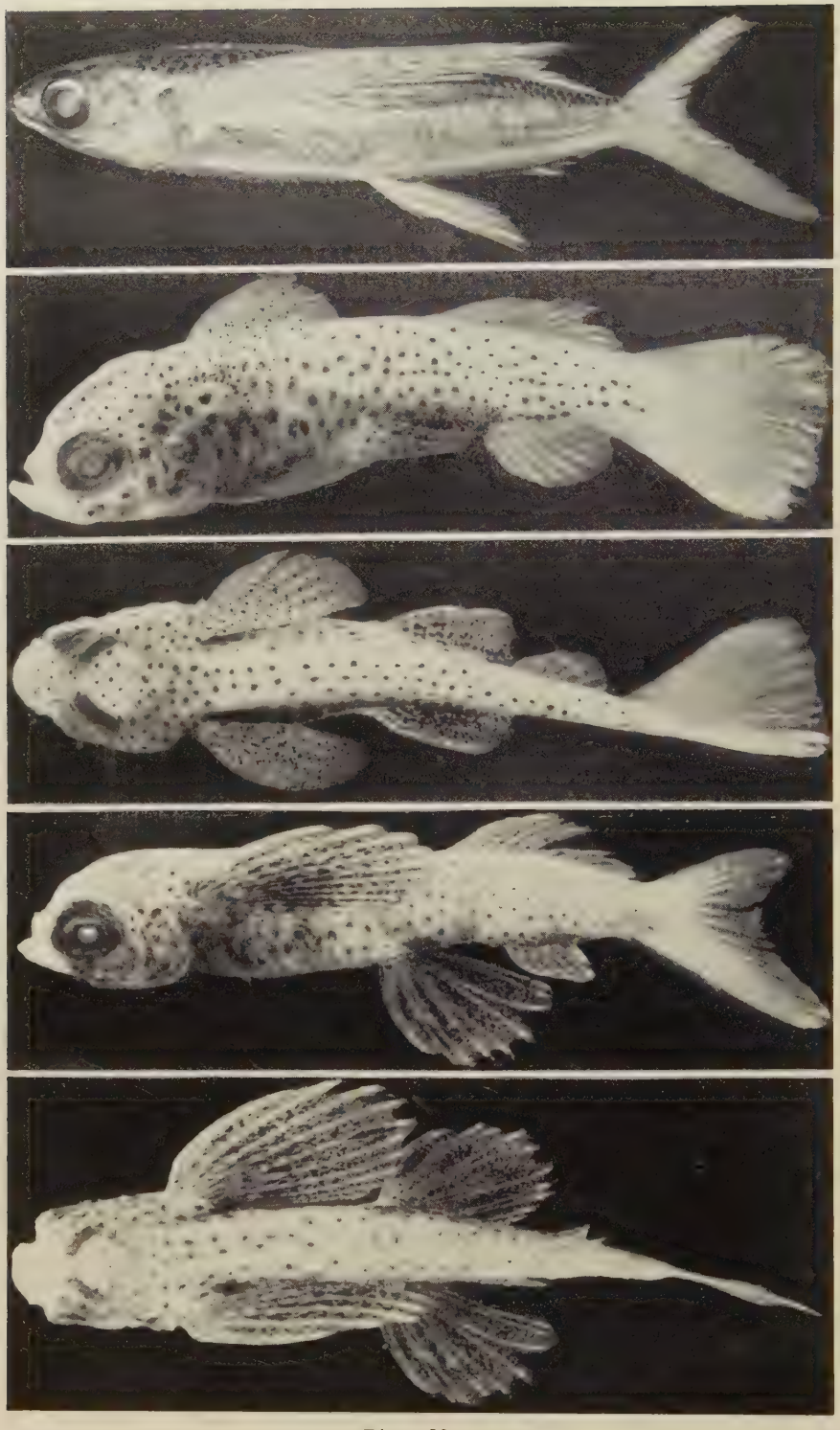


Plate 39.

Cypselurus poecilopterus (VALENCIENNES) アヤトビウオ -I

Fig. A Adult, 189 mm long, Yoron-jima.
Figs. B-C Post-larva, 6.2 mm long, Makurazaki.
Figs. D-E Young, 12.5 mm long, Yamakawa.

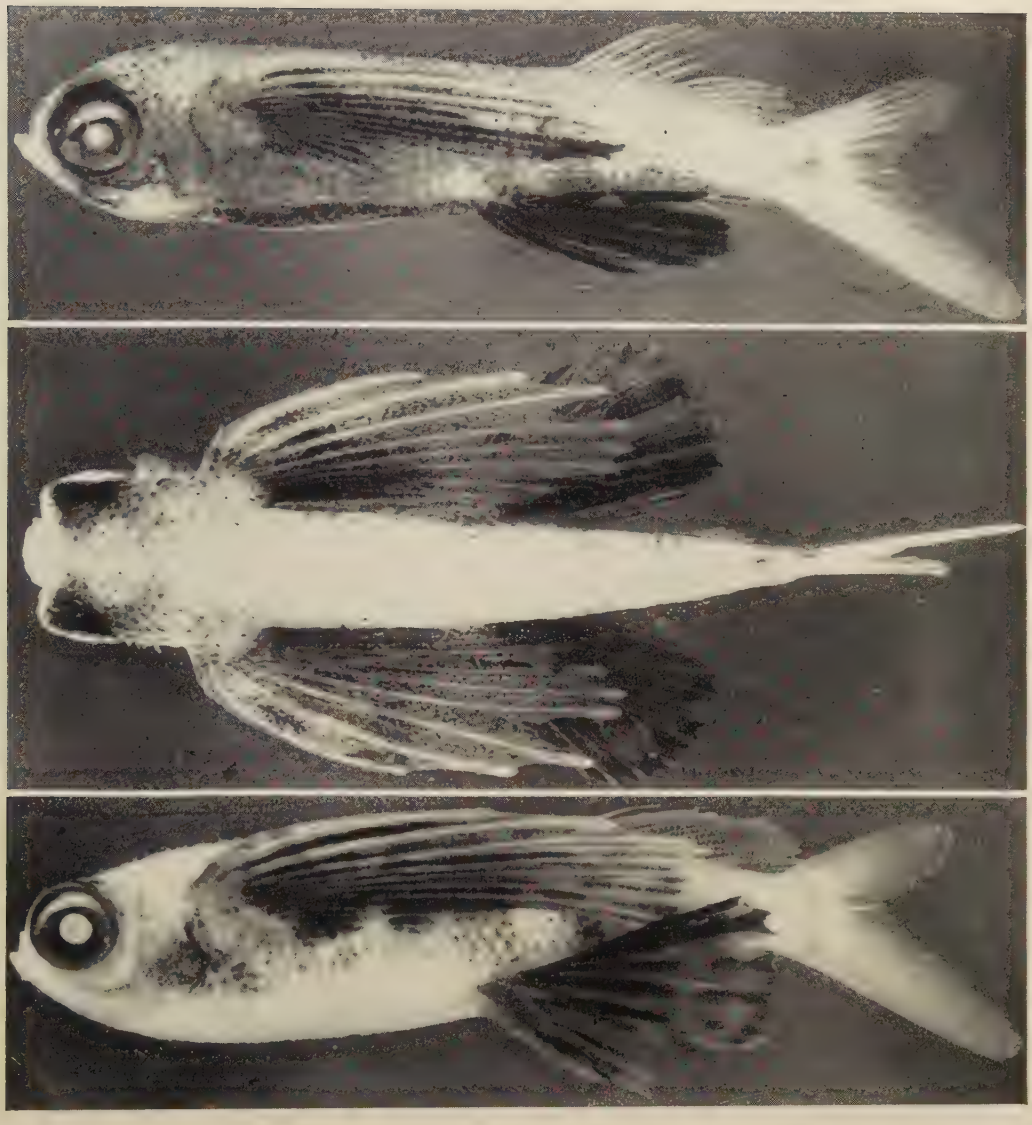


Plate 40.

Cypselurus poecilopterus (VALENCIENNES) アヤトビウオ -II

Figs. A–B Young, 17.7 mm long, Yamakawa.

Fig. C Young, 37.7 mm long, Makurazaki.

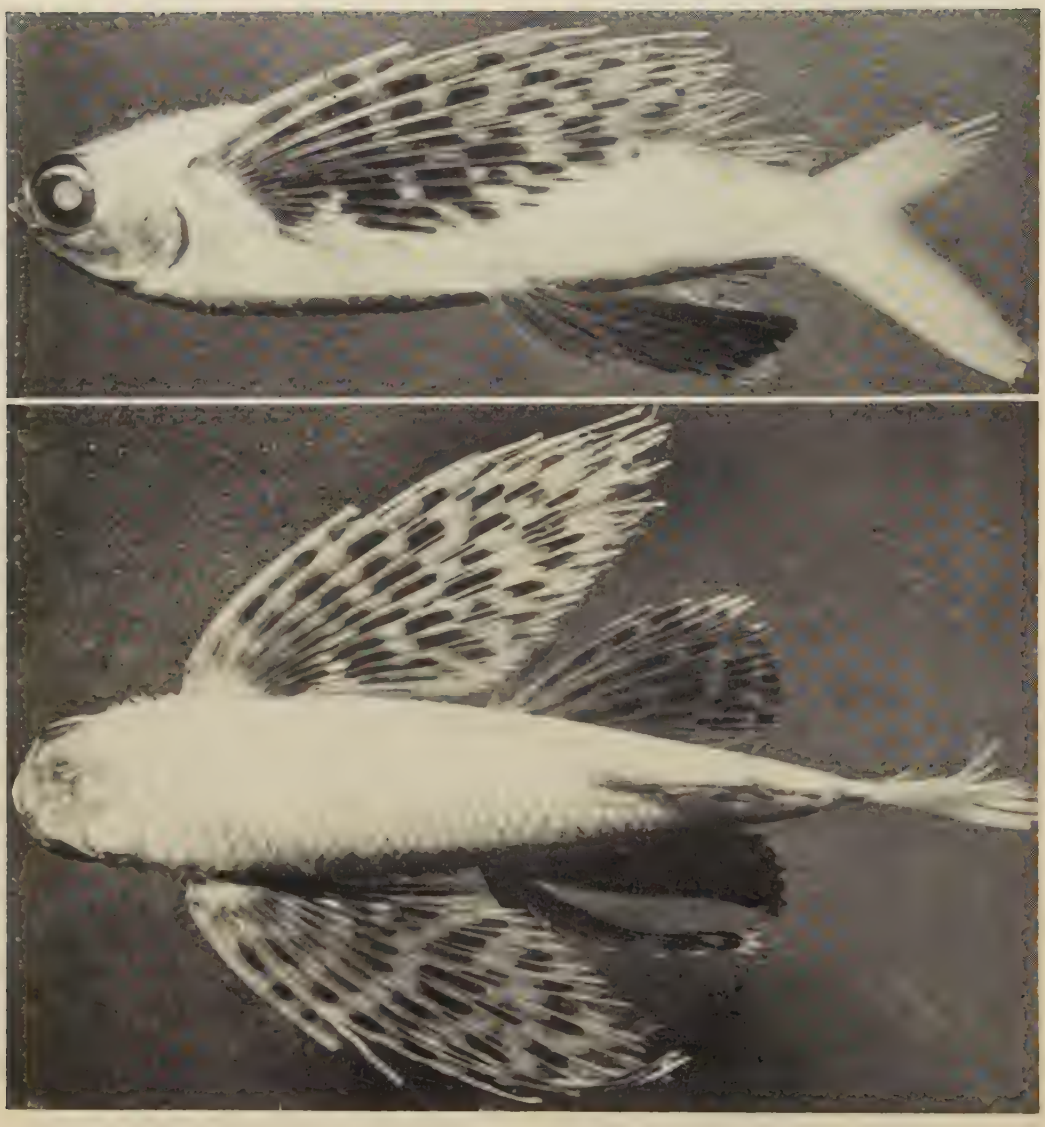


Plate 41.

Cypselurus poecilopterus (VALENCIENNES) アヤトビウオ -III

Figs. A–B Young, 75.4 mm long, Yaku-shima.

魚群の移動と出現状況との関係*)

黒　木　敏　郎

Correlation between the Movement and Appearance of Fish School

TRANSLATION IN REPRINT FILE

Toshiro Kuroki

The author discussed about the shifting speed of fish school as the velocity against the ground, seperated from the 'pure' swimming velocity in a current. When fish were swimming in a current, they were seemed to hold a position constantly. But, because blind fish had not this tendency, the author recognized that it relied upon the sense of sight.

On the other hand, he estimated the maximum swimming velocity of fish upon the hypothetic that "this is equal to the velocity just under the water surface when fish is going to skip up or to dive away hastily into deep"; and he got the results that the value of the maximum velocity was 200 m/min or more at least for a moment. Generally, the swimming velocity under serene condition was about 1/5 of max. velocity.

Further-more, the author exprimented to investigate about the relations between shifting displacement of fish schools and their appearance on the fishing ground. And, according to the results of this experiments (discharging 100 of carp into 120 m ditch), he pointed out the possibility to estimate the source area and observation points (actual examples are spawning ground and fishing ones respectively). He could explain the shifting phenomena of tunny fishing ground through these ideas.

Lastly, he concluded that it was very important to investigate about the movement of fish school because the shifting displacement was one of the most important factors which influenced to the variations of the fish stock and catch.

序
I. 游泳速度の考察
　I. 1. 一般泳速とその分析
　I. 2. 最大泳速について
II. 魚群の移動と出現
　II. 1. 長い溝渠内の放流試験
　II. 2. 魚群出現条件の検討
　II. 3. 漁場遷移の推定考察
結　言
文　献

序

水産資源変動の諸要因を考究解明して魚族の適切な保続や適正な活用を図るのが水産資源学の最も重大な目的の一つである事は論を俟たない．資源変動の解明には多くの先覚者

*) 九州大学農学部へ提出した学位請求論文「Stock 変動要因としての魚群移動について（1954）」のうち第4章のみを再編成したものである．九大相川教授の御厚意により之を発表し得る事となつたが，研究室火災のため詳細な資料を全部焼失し本論図表の正確な再現を期し得ない事を遺憾とする．

達が既に立派な業績をあげ亦現在でも優秀な研究者達が日夜研鑽を積みつつあるが[1]，海中資源としての魚群の様態を「時間の流れ」と「空間的移動」という二元的変化に関し同一視点より研究考察している例は案外に少く，漁獲高資料に拠らない基礎的研究は魚群探知機活用の研究例[2]を除き殆ど無いかに見える．

筆者は前に適棲域内での魚群の拡散を論じ[3]，大洋での魚群規模を算定する式[4]や資源変動を準エルゴード的な考え方で解明する方法[5]を述べたが，本報においては魚又は魚群の游泳速度並に移動そのものを要因とする出現状況を若干の基礎実験に基いて論じたい．本論を含み水産資源学上の研究考察については九州大学教授相川広秋・内田恵太郎両博士の終始変らざる御指導御鞭撻を頂いて来た．ここに両教授に対して深甚の謝意を表する次第である．

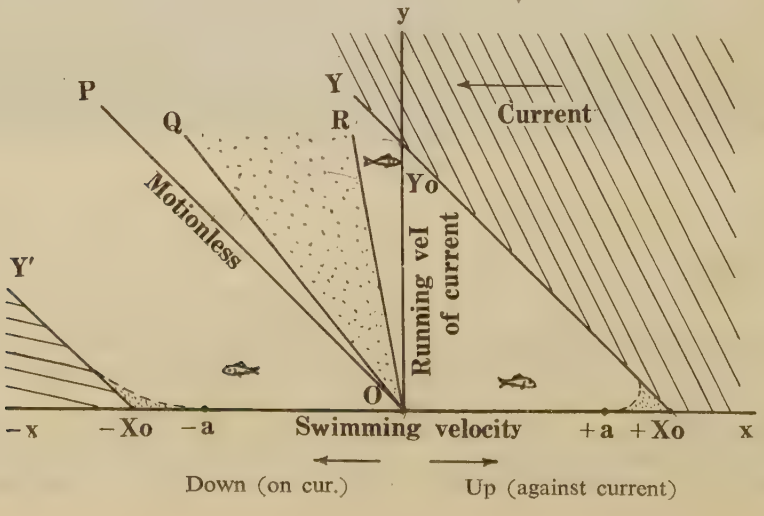
I. 游泳速度の考察

従来游泳速度とか移動速度とか言われているものは，海水移動の場で観察測定されているのが普通であつて，絶対静止の水域には魚群のいないことなどの理由から純游泳速度を測定した例は殆ど稀であると言つてよい．いわゆる洄游速度とは対地速度であつて，動かない地理学的座標内での移動速度を指すものである．これは海水流の対地速度と海流潮流の場内での魚群の速度即ち対流水速度との合成速度に他ならない．後者の対流水速度を「純泳速」と名づけていわゆる洄游速度（対地速度）からこれを分離し，魚群の移動速度と移動距離との関係などを明確にせねばならないであろう．

I. 1. 一般泳速とその分析

今，第1図に於て縦軸 Oy に流速をとり横軸 Ox に対地速度をとる．水流が右から左へ向うものとすれば，右方（x正値）向きの速度は遡行速度を示し左方（x負値）向きの速度は順流速度を示すことになる．Oより左へ斜め 45° の線 OP を置けば水流に乗つてこれと等速度で流される時の速度は全部この OP 線上に plot される筈である．

Fig. 1. Illustration of analysis on the shifting speed of fish.

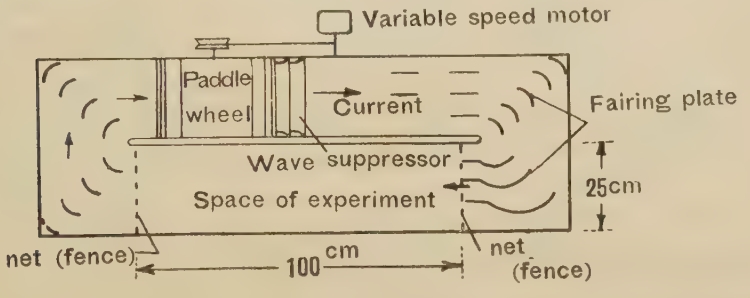


静水（流速 0）での游泳速度はそのまま純泳速と一致し基線−x, O, x 線上にあらわされるが最大純泳速−X_0O, X_0O を超えて絶対値の大きい方へ plot されることはない．任意の水流中では限界点（$-X_0$），（X_0）より OP に平行に引かれた−X_0Y', X_0Y 両線間にあらゆる観測点が現われるであろう．

純泳速は常に斜線 OP を基準として x 軸に平行に測られた長さで示されるものであり，もし点が△OX_0Y_0（Y_0点は X_0Y 線と Oy 軸との交点）の内にあれば魚は水流に対して遡泳前進することになるし，POY_0Y の区域内にあれば純泳速が遡行向きになつているに拘らず対地的には見掛け下りとなる．この時，もし対地的な位置を一定に保とうとする傾向があるならば，OR 線より左方（図中点々部）には実測値は現われないであろうし，又流れに乗る場合でも流されまいとして OP 線が OQ 線までズレる事も生じよう．狭い水槽内での測定では魚が最大速で泳ぐ事は稀であつて特に静水中での泳速は流水中での泳速と比べて（対地的な値に関してさえも）小である．従つて図中（−a−X_0），（+aX_0）附近にも実測点が生じない事も予想される．

実験と得られた結果：実験に用いた水槽は第 2 図に示すように幅 25 cm の流水回路を形成する深さ 20 cm（水深は実験中これを 10 cm に保つ）の木製水槽であり平均全径路は約

Fig. 2. Apparatus of variable speed current.



3 m 20 cm であるが，水流の乱れや流速分布の点からそのうちの約 1 m を使用して両端に網を置きその中に対象魚を入れて測定したものである．注入動力は可変速 1/3 HP モーターに発しギャや V ベルトで (1/21)×(1/4)=1/84 まで減速した水車を廻わすようになつている．水車は 12 枚の平板羽根を放射状につけたもので直後の制波板を以て水流に著しい波動を生じないように注意してある．この装置ではモーター回転 1000～6000 RPM の範囲で 6～30 m/min の水流速度を生じた．流水回路には 4 隅に整流板を設けて一様な流速分布を得るように努めたが外側で大となり勝ちであつた．流速値としては水路中心に沿い 1 m 間の距離で測られた 5 回の値の平均値をとる．水温は 24.2～26.5°C の範囲内で変化したが，1 series 毎に水を新しく換えたので，その実験内の変動は 1°C 以内に収まつている．

対象として用いた魚はフナ・コイ・ボラの 3 種で，その体長を第 1 表に掲げる．フナの中 2 尾を盲にして用いた．これは眼球を剔出した 7 尾のフナを 2 日間静養せしめ，次の 2 日間他の（普通の）フナ約 30 尾と混泳せしめ，その最も良好な状態のもの 2 尾を選んで手術後 5 日目に実験へ投入したものであつて実験完了後も約 3 週間生存した．

Table 1. Fish experimented

Species	Body length, cm		Total number
フ ナ *Carassius carassius* (crucian)	〔1st group, small〕 〔2nd group, middle〕 〔3rd group, large〕 〔4th group, blinded〕	6.0, 6.1, 6.2 7.4, 8.0, 11.5 15.5 8.0, 8.5	9
ボ ラ *Mugil cephalus* (grey mullet)	〔1st group, small〕 〔2nd group, middle〕	6.0, 6.2, 6.3 8.1, 9.2	5
コ イ *Cyprinus carpio* (carp)	〔1st group, small〕 〔2nd group, large〕	4.2, 4.7, 4.8, 5.2 18.5, 19.5, 19.6, 19.8, 20.0, 21.0	10

実験結果を第 3 a, b 図に示す．同 a 図はフナについての測定結果であるが定位置にとどまろうとする努力（OR 線から左に点が出ない）を認めることが出来る．その遡行速さと流速との比を遡泳率と称するならばこれは大きいフナで約 0.3 小型のもので 0.5 にも及んでいる．順流（下り流され）游泳の場合にも同様な傾向が認められる．（OP より右，OQ 迄の間に点が出ることを指す）．

このような定位置保持の傾向は水槽の狭さによつて生ずるものかも知れない．もし，これが主として視覚によるものならば盲の魚はこの傾向を失う筈である．

Fig. 3-a. Swimming velocity in various speed current (*Carassius carassius*).

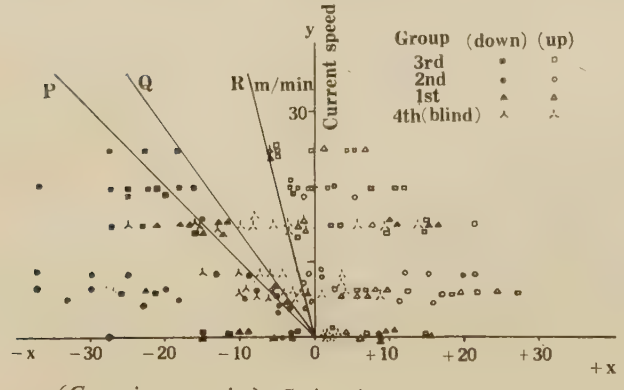
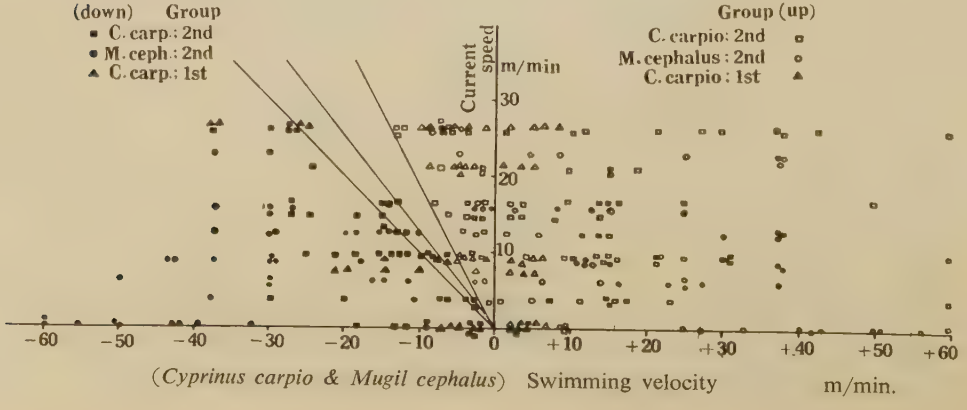


Fig. 3-b. Swimming velocity in various speed current (*C. carpio & M. cephalus*).



実験結果は推定通りであつて測定点（人，人印）が QOR 域にも散在する．盲の魚では対流泳力も低く 20m/min にも達しないと見られる．

第3b図 にはボラ・コイの場合を示す．静水中で余り急泳しないという性質はコイに於て最も強く，ボラでは反対に流水中でよりも静水中での方が高泳速を出すように見える．後向き泳ぎの速度はフナで最大 5m/min 程度，コイでは 4.3m/min 程度と算定される．

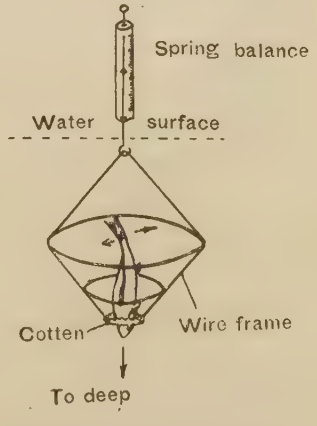
何れの場合でも本当の最大泳速はこんな小水槽中では観察され得ず，第1図における OX_0（$=-OX_0$）は別の実験によらねばならないことを知つた．

I. 2. 最大泳速について

最大泳速は魚が逃避行動や跳躍飛泳を行う時に認められるのではないかという考え方から次の二つの実験・観察を行つた．

逃避泳力の測定：魚が捕えられた状態で水中深く逃避しようとして急泳する時の力を測つた．コイでは眼とエラとの中間まで頭部を差込み得る大きさの孔を持つた金網枠を作り，魚体を損傷しないように孔の周辺を脱脂綿でまとう．金網枠は魚の胴体や尾部などの運動には支障を来たさぬようにして吊秤りに掛けられる．魚は孔に頭部を差込まれて水中に置かれると水底へ逃がれようとして急速泳動を始める．この時の魚が下へ引く力を秤で読みとる訳である．使用した水槽は幅 1m．長さ 2m．水深 1m 20cm の木製のもので水底には砂をしいてあり他のコイが自由に泳がせてある．このような状況では被実験魚が砂底の方へ逃避しようと努力するのは当然であろう．コイの逃避急泳曳力の測定要領を第4図に示す．ボラの場合には眼の附近がエラ部よりも肥つている形状のためこの金網枠を活用出来なかつた．そこで細い針金を両側エラ孔に引掛けこれを吊秤に連結してその曳力を読むように工夫した．

Fig. 4. Measuring of diving power of fish.



もしこの逃泳運動が最大（瞬間）泳速を生ずる運動と殆ど等しいものならば，最大泳速時の魚に掛る流体抵抗はこの魚が吊秤上に示した引下げ力に等しい筈である．この“魚形の流体抵抗と魚の最大泳力とが釣合う”という考え方から次式が成立する．

$$T=C_x\times\frac{\rho_w}{2}\times v^2\times S$$

ここに T: 魚が受ける水の抵抗力（kg），C_x: 魚体進行方向での抵抗係数（魚形で 0.06～0.09），ρ_w: 環境水の密度（淡水では 105.5 kg. S^2/m^4），v: 魚の游泳速度（m/s），S: 進行方向に垂直な面での魚体最大断面積（m^2）であつて，実測で出た T と S とについて $C_x=0.09$ として計算した結果を第2表の左半に示す．

なお同表最下欄はマグロの実例についての計算結果である．これは 1950年 6月 12日西南海域（N: 27°53′, E: 131° 40′）で鹿児島大学練習船新潮丸の操業中著者自身が観察したもので，瓶玉浮き（直径約 30 cm のボンデン）1個を海中に引き込んでいたマグロが舷側へ引きよせられて活潑に暴れたという記録と甲板上で測定されたその魚の体長・体深・体幅などの記録とより本実験にならび得る資料として表中へ編入したものである．

跳躍高さ測定による計算：魚が水面より空中へ跳躍した場合その仰角と最大高さが測られたならば，空気中の抵抗は殆ど無視出来るから跳び出す直前の水面下の泳速が計算されようという考え方である．即ち最大泳速で魚が水面を突き抜けたならば，空中へ跳び出す初速はこれと（ほぼ）等しい筈であつて，重力による下向き加速度を考慮に入れると跳躍最大高さからその初速は求められる訳である．

トビウオの如く上体が空中に尾部が水中にある場合は不確実となるけれども，コイ・ボラの場合は水面よりスポッと跳び出すので，水面を離れた瞬間の速さが水中での最高泳速と大差はないと想定する．そうすると次式が成立し，h と θ とは実測に掛るので v が算出されることになる．

$$2gh = (v.\ sin\ \theta)^2$$

Table 2. Maximum swimming velocity of fish, calculated.

Kind of fish	Through diving speed into deep.						Through skipping height.			
	Total length cm	Body weight gr	Sectional area cm^2	Pulling power gr	Swimming speed (max.) m/min.	mile/hr	Angle (degree) °	Height cm	Swimming speed (max.) m/min.	mile/hr
Cyprinus carpio (carp)	18.5	90	9.4	39	176	5.7	About 30	10	168	5.4
				43	185	6.0	About 40	25	206	6.7
							29	21	250	8.1
	19.6	114	11.8	19	110	3.5				
				23	121	3.9				
				34.5	149	4.8				
	19.8	140	13.1	* 40	152	4.9				
				46	163	5.3				
	20.0	110	11.0	* 31	145	4.7				
				47	180	5.8				
				54.5	194	6.3				
				59	201	6.5				
	21.0	120	11.8	23	122	4.0				
				78	224	7.2				
Mugil cephalus (grey mullet)	8.1	10.5	1.3	5.0	220	7.1	Almost virtical	9.5	82	2.7
	9.2	11.7	2.1	* 3.4	143	4.6	About 25	10.0	198	6.4
		kg		kg			Remark:			
Thunnus thynnus (tunny)	230	156	1660	130	240	7.8	* Be tired C_x(resist. coef.)= 0.09 Density of seawater= 109.2 $Kg \cdot s^2/m^4$.			

ここに g：重力の加速度 (9.8 m/s^2)，h：跳躍した魚体重心の最大高さ (m)，v：魚の水中泳速 (m/s)，θ：魚体跳躍の初方向が水面となす仰角 (°degree)．

その計算結果を第2表右半に掲げた．本表に示されるように，全然異なつた二つの方法で測定し計算した結果殆ど似た値の最大泳速が得られた事は注目に値する．即ち“少くとも瞬間的には魚の最大游泳速度は 200 m/min 以上に達する”と見做しても大過はないものと信ぜられるのである．この値はトビウオの如き 500 (Seitz)～1200 m/min (Ahlborn) 程度の高速には達しないけれども，日本近海の潮流や海流の流速が数十 m/min であることを思えば相当な高速だと謂い得るであろう．

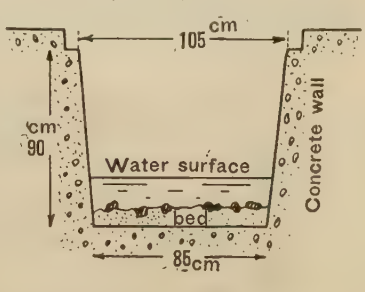
II. 魚群の移動と出現

適棲水界内における小群の mass としての動きを確実に把握するには，海洋の適棲界域は余りに広大に過ぎるしその群の集散変動量の算定法も現在の段階ではまだまだ不確実なものにすぎない．そこで時間経過と群移動距離と群を成す個体の尾数と三者を同時に観測し得る実験のうちで最大の規模と思われる試験を行つて魚群の移動状況の観測やその出現条件の検討を行つた．

II. 1. 長い溝渠内の放流試験

実験の条件と方法：実験に供した溝渠は第5図に示すような断面を呈する幅約 1m のコンクリート溝で，真直に 120m の長さを有し，小石混りの底泥の上を 8.5～10cm の水深で淡（湧）水が流れている．実験時におけるその流速は約 6.1 cm/sec（中央部5回測定平均）で，水温は 11.8°C～12.5°C であつた．

Fig. 5. Section of the ditch (length ; 120 m).



魚としては大（体長 14.9cm±1.1）30尾，中（体長 11.5cm±1.0）30尾・小（体長 8.6cm±1.0）40尾合計 100 尾のコイを用いた．各実験の開始まではこの 100 尾の魚は溝渠長さの中央（実験の如何によつてはその他所定の箇所）で 1m 平方の区域内に板網をもつてとじこめられている．この 1m 平方の狭い水域を本実験における魚群の「源」と呼ぶことにしよう．板網は合図と共に取り外づされ魚群は溝渠内を自由に泳ぎ始める．これが測定開始の時期である．

直接測定者は 21 名とし定められた場所に静立して魚群に視覚的又は聴覚的な攪乱を与えないよう注意しつつ一定時間々隔で報らされる合図と同時に自己担当の 1m 平方水域内に居合わせた魚の尾数を数えて記録する．別に 10 名は溝渠内の魚群の集散を確認する役目を以つて溝渠に沿い魚群移動と共に静かに移動しつつ観測する．その他，源の板網の取外づし，溝の上流下流端に置かれた魚群逃逸防止用の板網附近の監視，測定時刻通報などに4名を要し合計 35 名で実験遂行に当つた．*)

*) 本実験は鹿大水産学部水産製造学科第一期生の全員協力によつて遂行し得たものである．ここに深謝の意を表する．

測定は連続水域の場合と均一疎水域の場合との二つに分けて行う．前者では上流下流両端の仕切板網を近寄せ魚群の自由游泳範囲を 20m に縮める．するとこの場合には 1m 平方の各人担当面積を 20 名分並べて全水域を掩い得るので各観測者によつて測定された尾数を全部合計すれば「源」から放たれた当初の尾数と一致する筈である．「源」は 20m の中央に置かれて 2 回，上流側 1/4 の場所．同 3/4（下流端より 1/4）の場所に置かれて各 1 回．上下流端に置かれて各 1 回合計 6 回の実験が行われた．後者の場合疎水域と呼ぶのは静立測定者が 6m 間隔に配置され隣りの者との間の 5m 水域は観測に掛らない状況で実験したからである．この実験では特に源を置かず，100 尾の魚が 5 ～ 6 群に分かれて 120m の溝渠を自然な動きで游泳している時期から測定を開始した．

実験結果：第 6, 7 図に観測結果の数例を掲げた．上の横軸には上流端からの距離を m で示してあり，縦軸は時間経過を秒（″印）又は分（′印）で示してある．各黒丸の面積は尾数に比例して表わした．第 6a 図は源を 20m 水界の中央に置いた場合，同 6b 図は 3/4 点即ち上流端より 15m 下流端より 5m の所に源を置いた場合，第 6c 図は下流端に置いた場合，第 7 図は 120m の疎な観察水域の場合の結果である．第 6 図では両端の仕切板網附近に残留し勝ちな傾向を示す若干の小群は認められるけれども大部分の魚は大小 5 ～ 6 群に分れて夫々別個に上流へ下流へと往復回游の動態を示す．

魚群のうち大きいものの動きを跡づけてその移動速度を図上に算定してみると，水流に乗つて下る場合には 31.7 cm/sec（19 m/min）水流に逆らつて上る場合には 28.8 cm/sec

Fig. 6-a. Discharging of fish at the middle point of 20 m ditch.
(Area of circular marks is proportional to the number of fish counted in respective 1 m square.)

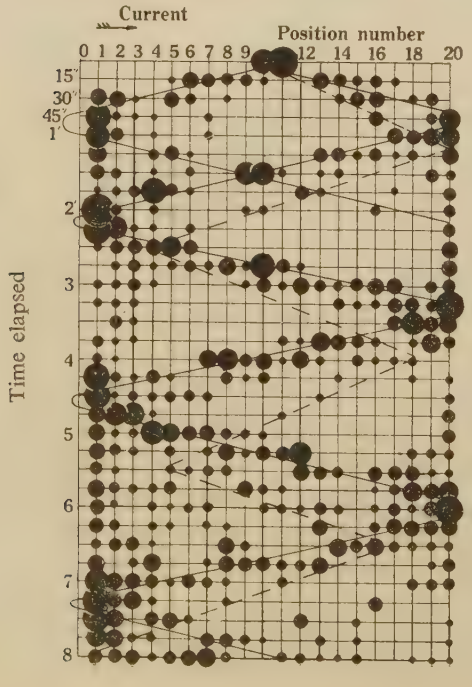


Fig. 6-b. Discharging of fish at the 3/4 point of 20 m ditch.

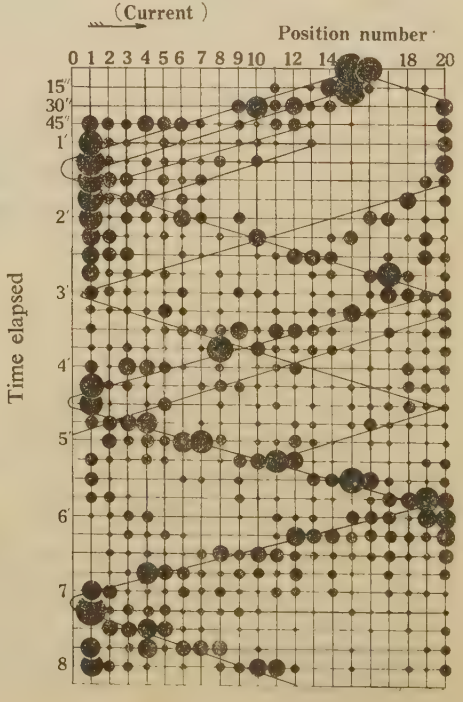


Fig. 6-c. Discharging of fish at the end of 20 m ditch.

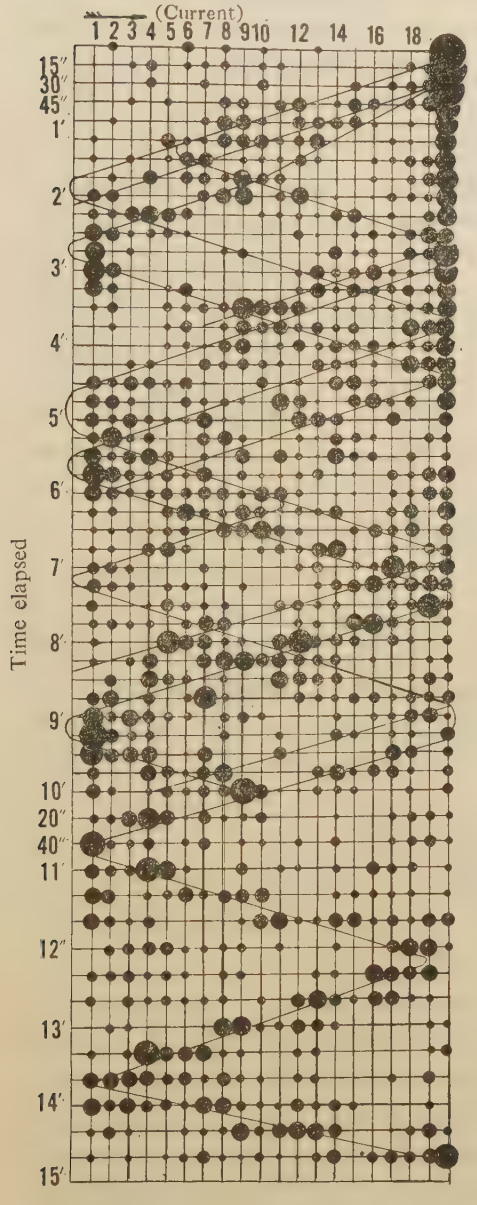
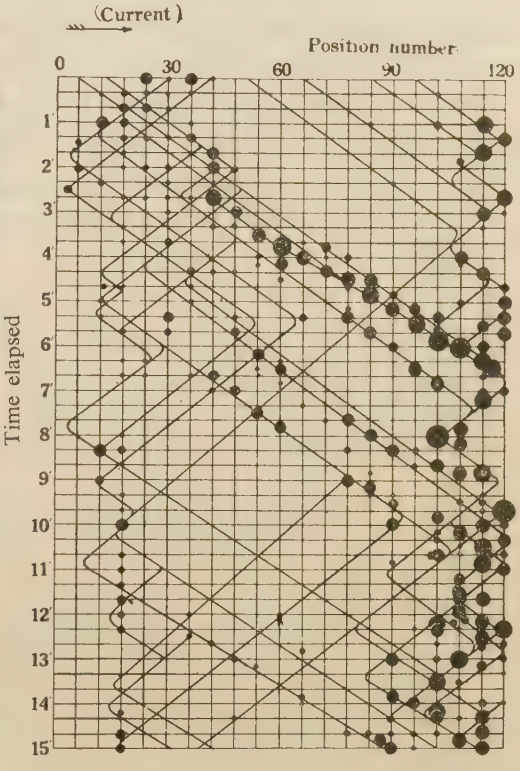


Fig. 7. Distribution of fish, discharged in 120 m ditch.



(16.7 m/min) となる．水流速は 6.1cm/sec (3.7m/min) であるから上り下りの純（対流水）泳速は夫々 25.6cm/sec, 34.9 cm/sec となる．静水中の泳速は平均値 30.3 cm/sec であつて流されまいとする努力は上下共に 4.6cm/sec, 従つて遡泳率はこの場合 75 % にも及ぶものと考えられる．

第 6b, c 図では「源」に魚を集める際 5～7 尾を源外に取り残こして実験を開始したので前半では相当の乱れを生じているが 3～4 min 経過後にはやや明瞭に群の動きが認められる．

第 7 図は魚が存在し得る海域の一部分（等間隔）を観測したものであるが，魚が下流へ集まる傾向を持つた為明確な結論を得べき好例とは言い難い．しかし，次節に述べるように出現条件の考察には役立つものと言い得よう．

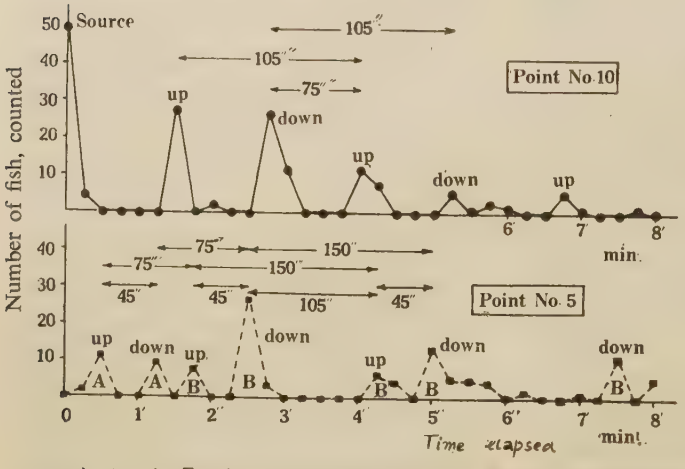
II. 2. 魚群出現条件の考察

海洋では実際の魚群の移動を時空的に追跡確認しつづける事は不可能であつて，ある特

定の漁場での漁獲量の時間的な変動等をもつて魚群出現量の変化と見做している．上に述べた実験では魚群の時空的な追跡を行つて居り，特に 20m 溝渠連続水域測定では空間的に観測しない部分は皆無なのであるが，実際の場合に似せて特定の地点での魚群出現資料を整理し逆に出現の要因を究明して行くという手順を踏むのである．

今第 6a 図において，特定地点 No. 10 及び No. 5 を選んでみる．縦軸に出現尾数をとり横軸に経過時間をとつて示せば第 8 図のようになる．

Fig. 8. Appearances of fish school at two points.
(Discharging from the middle point in 20 m ditch.)



第 8 図上半（実線）は No. 10 地点における出現尾数であるが，山は 75sec 置きに出て来るし上りと次の上りの山の間隔及び下りと次の下りとの山の間隔は夫々 150 sec となつている．この事は No. 10 の地点が上流端と下流端との略〻中央にあることを示すものである．と同時に「源」より上り下り両方へ別れた群が丁度等間々隔で出現しているのであるから「源」も当初ほぼ中央近くに置かれた事を意味する．もつと細密に考えると，魚群が上流端で上りから下りへ転向するのに平均 12sec を要し下流端で転向するのに平均 9 sec を要している事を計算に入れて，

$$\frac{\text{地点 No. 10 の上流端よりの距離}}{\text{地点 No. 10 の下流端よりの距離}} = \frac{75-12}{75-9} \fallingdotseq \frac{9.7}{10.3}$$

となり本図の魚群出現態様の表現は全長 20m のうち上流端より 9～10m の位置で示されるものである事が明確となる．

第 8 図下半（点線）は別の一例として No. 5 地点の出現尾数を採つたものである．源より上流方向へ出発した群をA群と名づけよう．下流方向へ動き始めた群をB群として考えると，これは明かにA群より遅れて No. 5 点へ到達してはいるがその周期を見ると上りも下りも共に 150 sec を示し前述 No. 10 点での周期と等しくなつている．B群が第一回目に上つてから第一回目に下るまでの時間は 45 sec でそれから第二回目の上りが現われる迄には 150−45＝105 sec を経過している．前と同様に，上下端に於ける転向時間で修正すると

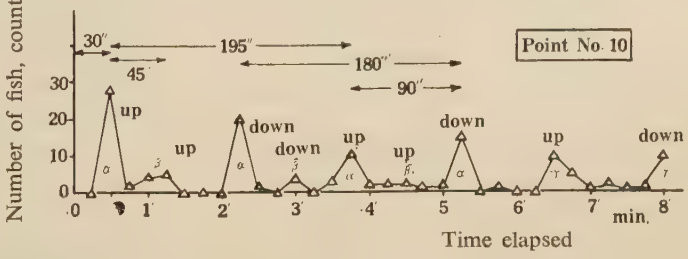
$$\frac{\text{地点 No. 5 の上流端よりの距離}}{\text{地点 No. 5 の下流端よりの距離}} = \frac{45-12}{105-9} \fallingdotseq \frac{4.5}{15.5}$$

となつて，No. 5 点は上流端より 4～5m の位置にあることを示し得る．又A群の上り下りが夫々B群の上り下りよりも 75 sec (＝150/2) だけ先行していることは，魚群出発の「源」が 20m の中央に置かれたことを示すものである．但しA群第二回目以後の上り下りはよ

り大きなB群に遭つて吸収され消え去つてしまつている．これは第 6a 図より見てもうなづかれることで，生物現象では簡単に物理的な取扱いのみでは解決出来ないものが多いという事の証左となろう．それにしても 100 尾内外の数の魚の放流結果が，実験の初期条件を遡及推定計算出来る程度の現象として認められる事は重要な示唆であると信ぜられる．

第 9 図には「源」を上流より 15～16m (3/4 点) の地点に置いた実験（第 6b 図）での No. 10 地点における出現尾数曲線である．前述の場合よりも 20m を往復する周期は長く 180～195 sec となつている．最大群であるα群の上りと下りとから次のように観測位置を計算することが出来る．

Fig. 9. Appearance of fish school at one point.
(Discharging from the 3/4 point in 20 m ditch.)



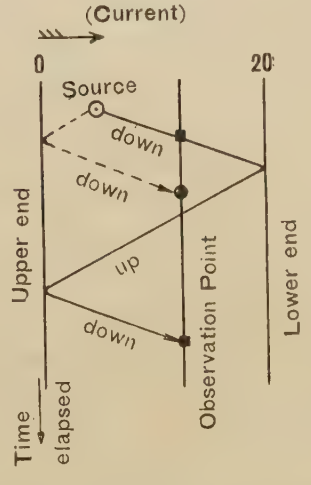
$$\frac{\text{地点 No. 10 の上流端よりの距離}}{\text{地点 No. 10 の下流端よりの距離}} = \frac{90-12}{90-9} \fallingdotseq \frac{9.8}{10.2}$$

即ち，観測点は 20m 水域中の上流より 9～10m の地点であることを示す．「源」位置の計算としては，游泳し始めてからの経過時間を考えに入れて第 10 図より判断し得るように，α群の一往復に要した時間からβ群の出現するまでの時間を差引いて魚群の泳速（平均 23 cm/sec）をかければ上流端までの距離が往復分だけ出る筈であるから

$$[(30+195-12-9)-(30+45-9)] \times 23/2 = 1580\,\text{cm}$$

となつて上流端より 15～16 m の点に源が置かれた事を明確に知るのである．

Fig. 10. Illustrative diagram for estimation of source (unknown) position.



以上は初条件を知悉した実験から得られた結果を判断し逆に計算して初条件を確め得たものであるが，この程度に魚群の時間的，空間的移動現象が現われるものであれば任意の漁場に認められる出現傾向からその魚群の泅游の限界や「源」に相当する集合場（産卵場など）を推定することも可能であろう．このような考え方と水産における準エルゴード性との組合せを基として日本海のサバ資源の変動を既に論じた[5]が，同様の考え方により北海道オホーツク海岸側のホタテガイ・太平洋岸側ブリなどの資源変動を計算した結果については別の機会に発表する予定である．

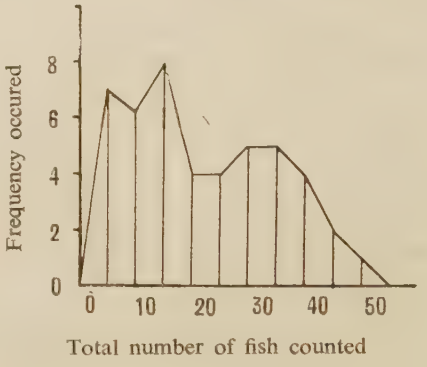
次に均一疎水域の観測結果（第 7 図）を検討する．もし魚群が均一に分布しているものならば観測者 21 名が各自 1m² を分担して計上するのであるから出現尾数は 100 尾×21m²/120m² = 17.5 尾程度となつてもよい筈である．所が，時隔 20 sec で 46 回 15 分間測

Table 3. Total numbers of fish counted and their frequency occurred.

Range of total number (fish counted)	Frequency occurred
0～5	7
6～10	6
11～15	8
16～20	4
21～25	4
26～30	5
31～35	5
36～40	4
41～45	2
46～50	1
	46

Min. number: 1
Max. number: 47

Fig. 11. Frequency diagram of total number of fish counted, (cf. Table 3).



つた結果は第3表に掲げたように最高47尾，最低1尾となり第11図の同ヒストグラムから見ても17.5尾を中心とする正規分布にはならない．これは魚が大小5～6群に分れて游泳しているという理由にもよるであろうし，又それらの游泳移動速度が平均4.5cm/secであつて測定時隔20sec毎に魚群は90cm進むので20回測定（18m）中に3回は観察間隔6m中の同位相に入り出現頻度に甚しい歪みを生じてしまつたという理由にもよるであろう．

何れにしても100尾の魚群衆体がこの水界から外部へ逃れ出ないよう仕切りを施しているのであるから，魚群の通路を観察してさえ居ればその大部分が測定計上されそうに思われるのに最高で47%，甚しき場合1%しか認められなかつたのである．これは時間々隔が20 sec観測地点間隔が6mであつたという時間空間的な粗放さのために生じた事である．あの広大な海洋から見れば僅かに点としか考えられない漁場で，しかも時間的には全く経験的にしかすぎない粗な漁期の間で，相当な漁獲を挙げ得るという現用漁法の適確さは実に驚異に値するものと言つてもよいであろう．

参考のために，実験されたコイの体長を10cmとし実際の大型魚例えばブリの体長を80cmとして本実験の規模を実際に引き直してみると次のようになる．但し前章で述べたように移動速度は大型魚でもそのまま小型魚同様17～19 m/min程度と見積もつて妥当性を欠かないものとする．ブリの洄游路を長さ2000km，幅10km，平均水深200mとすればその比は10^4：50：1となつて実験溝渠の長：幅：深の比1.2×10^4：10：1とComparableになり，単位水界体積当りの魚体重量を実験の値（約3gr/m^3）と一致させるためのブリ尾数は約4×10^7尾となる．実験水流速度3.7m/minは大型魚に対する30m/min（≒1mile/hr）となつて略ゝ海流速度に等しいから，本実験が時間空間的な動きに関しては妥当な規模であつたけれども空間的な密度から見た場合には稍ゝ濃密に過ぎるものではなかつたかとも思われるのである．

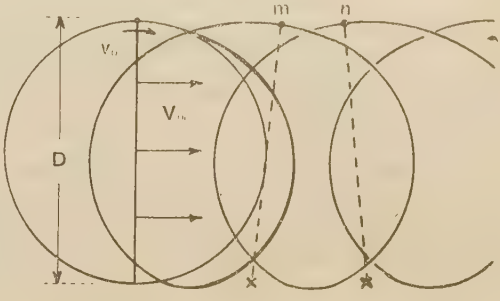
II. 3. 漁場遷移の推定考察

上に述べた諸実験観察を綜合する時次のようなことが考えられる．大海流の中では魚は流れ自体を意識せずに游泳しているものであろう．従つて索餌傾向や天敵逃避行動が生じない限り，静水乃至緩流中で最もしばしば観測される泳速をもつて大海流内で泳いでいるものと思われる．（前章，盲魚実験参照）

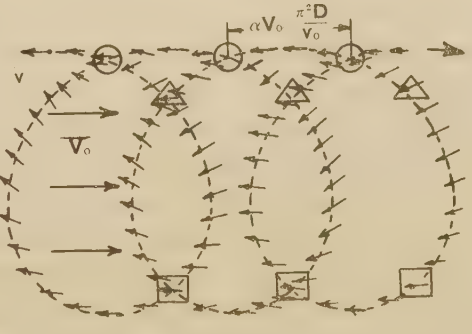
この泳速を v_0，海潮流の速度を V_0 とすれば流れに沿う魚群の移動速さは $(V_0 \sim v_0) \sim (V_0 + v_0)$ の範囲内にある．流れに沿つて平行に移動するのではなく，第12a図の如く静水中ならば直径Dなる円を画く筈の所結果としてはループを画いてしまい，魚群は幅Dの範囲（之を魚道の幅と考える）内で旋回しつつ流されて行くものと考えてみよう．

Fig. 12. Illustration of loop type of Swimming path in a current.

a) Downward swimming



b) Up-ward swimming



今，ループの交点附近における2点m～n間の移動を考えれば魚群の移動時間即ちm点に現われて後n点に現われるまでの時間 T_1 は

$$T_1 = \pi D / v_0,$$

従つて mn 間の流れに平行な距離 L_1 は

$$L_1 = V_0 \cdot \pi \cdot D / v_0.$$

これは特に遡行性向のない魚群（例えば餌つき不良群）のループ游泳に適用される式であろう．例えば魚道幅D＝50milesの時，魚群移動速度 v_0 は最大泳速の約1/5程度に現われるから[6] 第2表計算値7.8mile/hrの1/5として $v_0 = 1.6$ mile/hrとすれば $T_1 = (\pi \times 50)/1.6 = 98\text{hr} \fallingdotseq 4\text{days}$ となる．V_0 を平均海流速度で $V_0 = 0.7$ mile/hr とすれば，$L_1 = 69$ miles という結果を得る．つまり魚道に沿つて漁船が北上しつつあるとき魚群に遭遇してから再びこれと遭遇するためには4日後に69milesだけ潮下へ行けばよい事になる．以上は魚が完全に流れに乗つた場合の計算であるから魚群の平均移動速さは海流と略ゝ等しく上の例（時速平均0.7miles）では1ヶ月間に約500milesも移動することになる．餌付き不良の魚群が急速に北上する例を聞くのもこんな所に基因するのではなかろうか．

対地速度が魚に意識されていなくても浮游餌料を遡泳捕喰する事を考に入れると第12b図のように環境海流中で移動速度を減少した状態で流されることになる．単尾の魚の泳速は v_0 であつても，ある小群の中で各々の魚が任意な動きをしている時には v_0 の代りに v_0/π を採らねばならない.[3] 従つて前式 T_1 より，

$$T_0 = \frac{\pi^2 D}{v_0}$$

又前章の実験で得られた遡泳率を α（$\alpha=0.3\sim0.5$）とすれば T_0 時間内に移動する流れ方向での距離 L_0 は前述 L_1 と同様に考えて

$$L_0=\alpha\cdot V_0\pi^2 D/v_0.$$

第 12b 図で明らかなように一つの node から次の同相 node までの距離が L_0 でありその間を移動する時間が T_0 であつて図中○印間・△印間・□印間に適用される．小魚群が陸続として同じコースを移動しつつある場合，これ等の印をつけた地点では 2 魚群の重畳する可能性が濃厚であつて好漁場が形成され易いものと判断されるのである．

前例と同様に $D=50$ miles, $v_0=1.6$ mile/hr, $V_0=0.7$ mile/hr とし，$\alpha=0.4$ と置くならば前二式より

$$\begin{cases}\text{好漁場出現の時隔：}\ T_0=\dfrac{\pi^2\times50}{1.6}\fallingdotseq 310\,\text{hr}\fallingdotseq 13\,\text{days}\\ \text{その間の漁場の遷移：}\ L_0=0.4\times0.7\times310\fallingdotseq 87\,\text{miles}\end{cases}$$

を得，約 2 週間毎に約 90 miles 北上した所で好魚が繰返される事になる．これは南西海域におけるマグロ漁業者の口伝と符合するものであり，宮古島東南方に初冬より行われるクロマグロ漁の重心が次第に北上し，奄美大島南方で 1 月上旬，種子ケ島東方で 2 月，紀南で 4～5 月と移動して行き，12 月下旬より 4 月迄の約 120 日間に黒潮に沿つて約 800 浬程漁場が北上遷移して行く現象に対しても妥当な解釈を与えるものと信ぜられる．

結　　言

従来の水産学においてもその対象物たる魚群衆体が時間経過的にと空間移動的にと両方面から研究されて来た事は確かであるが，それは生物学的変化に研究者の眼が固着されているという条件の下に於てであつた．逆に言うならば，研究者の眼が時間経過と共に時間に流され，空間移動と共に場所を変えて行つたからこそ対象物魚群衆体を生物学的に又その外的環境を海洋学的に斯くまでくわしく観察考究記述し得たものと言えるであろう．

今，我々の観察眼を魚群衆体の変化そのものに乗せた時，対象物たる魚群衆体（乃至それと密接した環境要因）は意識の中へ沈み，時間の経過と空間的移動とが明確な研究の対象として浮び上つて来る．しかもその二次元の変化は紙上に表現し易くもあり考察記述も容易となるものである．この立脚点を採つて魚群衆体の変動要因としての群移動と出現とを考究しようとしたのが本論である．従つて本文においては内的・生物学的考察や外的環境（海況・漁獲効果等）の関連考察に就いて欠くる所の多い事も又やむを得ない所であろう．前にも触れたようにホタテガイ・ブリの資源変動考察や産卵場推定計算などに関してはその発表を他日にゆづるけれども，その基礎は同様に資源の時空的移動重視という立場に置かれている．本論を含む幾つかの報告を貫く著者のこのような考え方がどの程度実際の所謂「水産学」発展に寄与するものか，諸賢の御指導と御叱正に頼つて一層の研鑽を積み上げようと念願している次第である．

文　　献

1）相川：水産学会報 **7**, 4 (1938)；**9**, 1 (1942)
日本水産学会誌 **6**, 2 (1936)；**8**, 5 (1940)；**9**, 1 (1940)
水産資源学総論 (1949)；その他

青山：日本水産学会誌 **20**, 8 (1954)
Beverton, R. J. H.: Jour. Conseil **19**, 1 (1953)
土井：日本水産学会誌 **14**, 2 (1948)；**15**, 7 (1949)；**21**, 5 (1955)
Farran, G. P.: Jour. Conseil **13**, 1 (1938)
Graham, M.: Jour. Conseil **4**, 3 (1929)；**13**, 1 (1938)；その他
Hickling, C. F.: Jour. Mar. Biol. Ass. **26**, 2 (1945)；その他
川尻：日本水産学会誌 **15**, 4 (1949)；その他
木村：水産試験場報告 8 (1937)；その他
久保：日本水産学会誌 **7**, 5 (1939)；**19**, 4 (1953)；その他
三善：日本水産学会誌 **3**, 5 (1935)；**7**, 6 (1936)
村上：日本水産学会誌 **15**, 3 (1949)；**15**, 4 (1950)
Ricker, W. E.: Jour. Fish. Res. 5 (1940)；**11**, 5 (1954)；その他
Russell, E. S.: Jour. Conseil **12**, 2 (1937)；その他
田中：日本水産学会誌 **20**, 7 (1954)；**23**, 1 (1957)；その他
田内：日本水産学会誌 **9**, 3 (1940)；**12**, 5 (1944)；**16**, 12 (1951)；その他

2) 横田，他：日本水産学会誌 **19**, 4 (1953)；その他
川田，他：日本水産学会誌 **24**, 1 (1958)
3) 黒木：日本水産学会誌 **18**, 1 (1953)；**19**, 4 (1953)
4) 黒木：鹿児島大学水産学部紀要 **5** (1956)
5) 黒木：鹿児島大学水産学部紀要 **4** (1955)
6) 三善・宮崎：水産学会報 **10**, 6 (1942)

魚類生態に関与する水中音の基礎的研究（第III報）

——無反響水槽壁に関する研究*——

黒　木　敏　郎

Fundamental Studies on the Relations between Under-water Sound and Fish Behaviour (III)

——About the Echoless-wall of Aquarium——

Toshiro Kuroki

In this paper, the author describes on the results of experiments about the reflection and penetration of under-water sound and about the absorption by special liquid layer. He used carbon disulfide CS_2 as this absorptive liquid and got the conclusion as follow:——

Because CS_2-layer absorbs under-water sound when internal walls of 20 *cm* (thickness) CS_2-layer are set up, even 1 *m* cubic aquarium may be used equivalently to 120 *m* cubic water space. It seems that these studies are very important in purpose to get results exactly on ecological experiments, especially about the auditory characteristics of fish, in small (1 *m* cubic order) aquarium.

緒　　言

魚類においてはその体軸と水中音源との相対位置如何によつては音の強弱高低に対する可聴限界が大巾に異なることも考えられるし[1]，従つて音源の方向を探知する能力が魚類に当然具わつていると見るのが妥当でもあろう.[2]

このような魚類聴覚の生理生態を研究し考察するためには広大な海洋中で実験せねばならない．何となれば普通のせまい実験水槽内では水中音波の反響や共鳴などが生ずるので魚の聴覚方向性などを把らえ得べくもないからである．所がそんな広い海では魚を自然の状態のままジッと定位置にとどめ置くことも困難であるし，ましてや観察測定するのにも大きな不便が伴のうはずである．そこで反響や壁伝達音の無い水槽を考案することが魚類聴覚の生態学的実験研究には必要不可欠となる．本報ではそのような水槽を製作する上に肝要と思われる基礎事項について実験した結果を述べるものである．

実　験　装　置

せまい水槽内では指向角・波長その他の関係から高い周波数を用いた方が便利なので，手持の 39 kc Alfer 磁歪材振動子を用いた．蓄電器放電によりこれを発振せしめて水中マイクロフォンで pick up すればピシッという音に聞える．水中マイクは受圧窓の径 25 mmϕ，最大径 38 mmϕ の小型で前報[2]に示したものと同様な性能をもつロッシェル塩利用のものである．マイクで受けた水中音は之を増幅し，一定増幅率でブラウン管オッシロ上に得られる波形振幅の高低を以て音圧の大小を比較した．

*日本水産学会秋期大会（1956，於広島）発表

水中音を吸収させるための物質としては吸収係数*）の大きい二硫化炭素CS_2液を用いた．CS_2の封入されたヴィニール膜（0.1mm厚）の袋を薄い板の枠に収め 2cm 目の格子を成す細い紐で内圧による膨脹を防ぐように作つた．その形は縦 20cm. 横 15cm. 平均厚み 2 cm の厚板状となつた．

実験水槽としては第1図に示すような透過試験用（a）と反射試験用（b）との二種を用いた．a 水槽は厚み 5mm の鉄板製で一側壁には管つきの孔が設けられ，管端の木製角筒内に吊された振動子が振動すると水中音はこの孔から水槽へ入る．そこで孔の正面にCS_2を置いて音の減弱状況を測るのである．実際には水中音が水槽の側壁を振動させその側壁板共鳴音がマイクへも入るけれども 39 kc の原音と比べて遙かに振動数が低いためブラウン管上で明らかに区別し得られる．b–水槽はコンクリート製で，その一隅から厚さ約 10 cm の木製障壁を斜に出し，マイクが音源からの直接音波を受けないように留意した．

実験結果とその考察

透過実験では第1図（a）に示す如くパイプ出口にCS_2層（2cm

*）ここにいう吸収係数とは，体積粘性率を含んだもので，ズリ粘性を主として考える古典的吸収率と比べれば遙かに大きな値を示し，水の場合には約3倍，CS_2では約1,200倍と言われる．

Fig. 1. Aquariums for experiments of under-water sound.

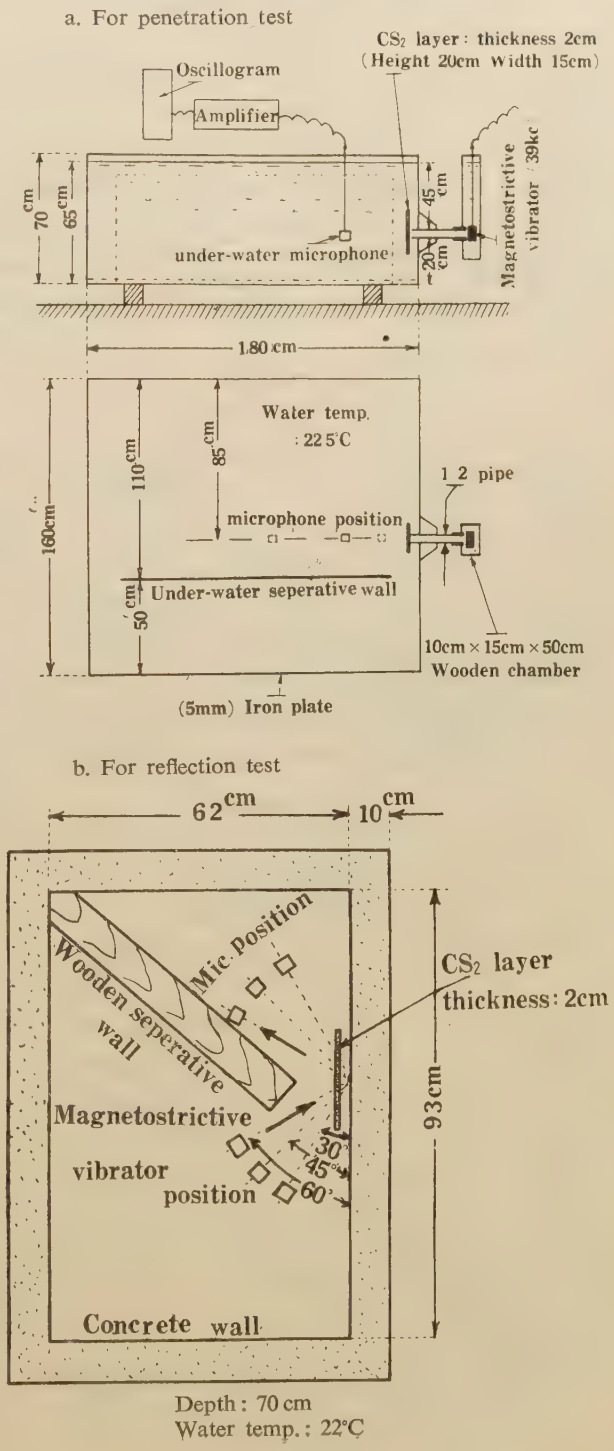
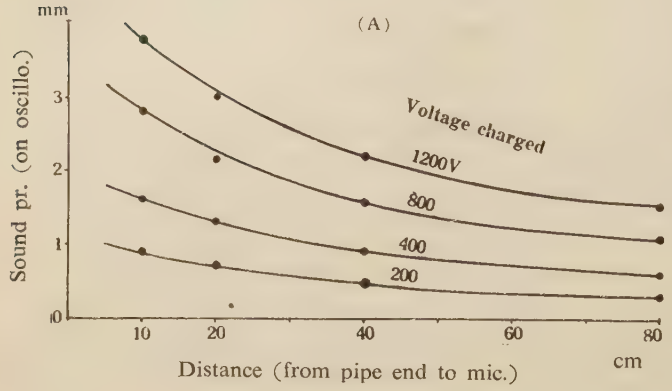


Fig. 2. Relation between penetrated sound pressure and voltage (charged into oscillator), distance (from pipe end to microphone).



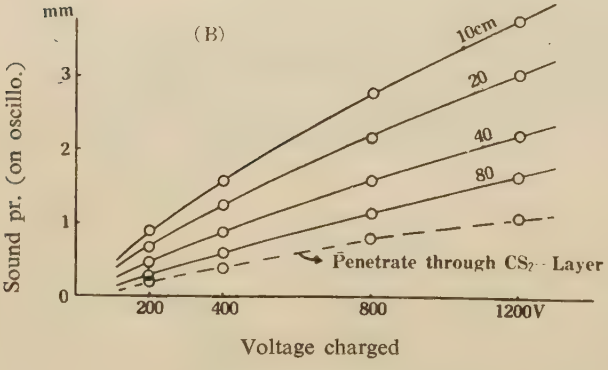
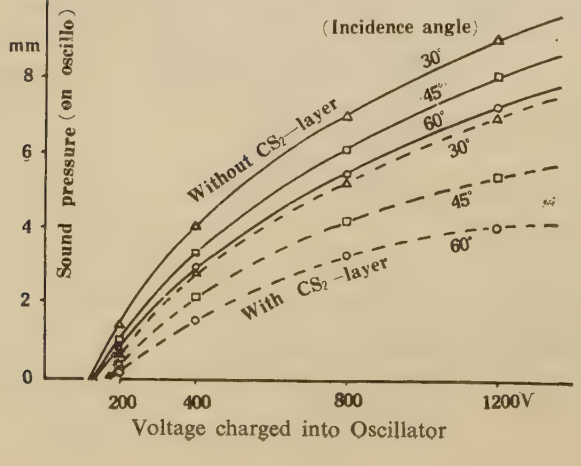


Fig. 3. Relation between reflected sound pressure and voltage charged, (incidence angle: 30°, 45°, 60°).
Distance (from vib. or mic. to wall-surface): 30 cm const..



厚み）を置き，その出口端よりマイクまでの距離を 10, 20, 40, 80 cm（音源からの算定は各々に 30 cm を加算）に変化し，蓄電器へ注入する磁歪発振エネルギーも電圧変化によつて 200, 400, 800, 1200V と 4 段量に変えた．

音圧をブラウン管上の波形振幅の続みであらわして測定位置と充電々圧との関係を示したのが第 2 図である．上（A）図には CS_2 層を置かない時の各充電圧毎の距離～音圧関係を示し，下（B）図実線は上図より整理した各距離毎の電圧～音圧関係を示す．点線は同様にして整理した CS_2 層透過の時の関係である．CS_2 層を置けば測定の誤差範囲内で距離の如何に拘らず殆ど一定値まで減衰するように見える．音圧の減衰率（平均で約 0.23）を考えれば CS_2 の厚み 2 cm は水の厚み（距離）2.9 m に相当することとなる．

反射実験では，コンクリート壁に CS_2 層を置きその面に対して入射角並びに反射角が夫々 30°, 45°, 60° となるように振動子と水中マイクとを配置して実験した．音源・マイク両方とも反射面中心より 30 cm に置いてある．

第 3 図にはその結果を示す．入射角の大きい程反射音圧が大きく吸収率が小さく出ているのは予想通りである．入射角 30°

の時には吸収率が 40 % 程度であつて 0° では 50～60 %（計算上 46 %）に達するものと思われる．

以上の実験で得られた結果から推算すると少くとも実験周波数附近では 10 層分（約 20cm）の CS_2 層で反射音を 97.5 db だけ抑制し得ることになる．これは淡水中の音波減衰と等価になるように引き直せば約 124m（往復路 62m）に相当する．実際の海水中では $MgSO_4$ などの会合イオン解離平衡で緩和され吸収係数が淡水の数倍に及ぶと言われているから上の等価値は低下する．それにしても 1 m^3 程度の規模の水槽壁の四周及び底に 20cm 厚みの CS_2 層を置けば，淡水魚の実験では殆ど 60m 水深，120m 直径の水槽で実験するのと同様になり，殆ど目的を満足し，海産魚の場合（吸収係数を約 10 倍程度としても）10m 規模の水槽中で行うのと等しくなるから，聴覚閾値に近い音圧を用いれば方向感知の特性研究などには充分に役立つ事となろう．

結　　び

以上の実験結果から，若干精密を欠くけれども大体無反射音の水槽壁活用のメドがついたのである．実施上の点については，CS_2 を容れるべきビニール膜の袋が軟化して破れたり（ポリエチレン不透明膜では破れなくても浸み出して来るから注意を要する），接着箇所がはなれたり種々の技術的問題が残る．更に経済的な問題として，内法（ウチノリ）1m の水槽を作ろうとすれば 20cm 厚みの液層の CS_2 所要量が 1352 l（1720 kg）に及ぶ．音響吸収のよい純粋な CS_2 を使用するとなれば数十万円の経費を要することとなる．又引火性・有毒性と言つた取扱い上の問題も残るので，もつと取扱い容易な安価な吸収壁材料はないかと検索中であるが，目下の所音響インピーダンス密度のこれ程水に近い（反射の少い）ものは他に見当たらないようである．粗硬乍ら諸彦の御参考に供すると共に御叱正を仰ぎたくここに発表した次第である．

この研究は昭和 31 年度文部省科学研究費を以てなされた．附記して深謝の意を表する．

文　　献

1）黒木：日本水産学会誌，23 巻 7 号（1957）．
2）黒木：日本水産学会年会（1958 年 4 月，於東京）発表．
2）中馬：鹿大水産学部紀要，4 巻（1955）．

ブリ落網の改良に関する研究（第6報）

ブリ底建網の模型実験

金　森　政　治

Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (VI)

-Model Experiment on Yellow-tail Bottom Fixed Net——

Masazi KANAMORI

A resarch was done upon a method to keep as little as possible the deformation of nets characterized at the Fishing-ground with high flowing velocity, as the result of which a Bottom Fixed-Net which is to be set wholly below the water-surface and is furnished with flexible Sand-bag Rope attached both to the entrance of the Bag and to the skirt of the deadend Net was put under device, with the modelexperiment performed.

A successful result was got in decreasing the deformation.

In this experiment, the fluctuation in the shadow-projected area upon the Nets characterized set vertically against the flowing was estimated by every flowing velocity the value of k was obtained from the formulation $S_i=S_0(1-kV)$.

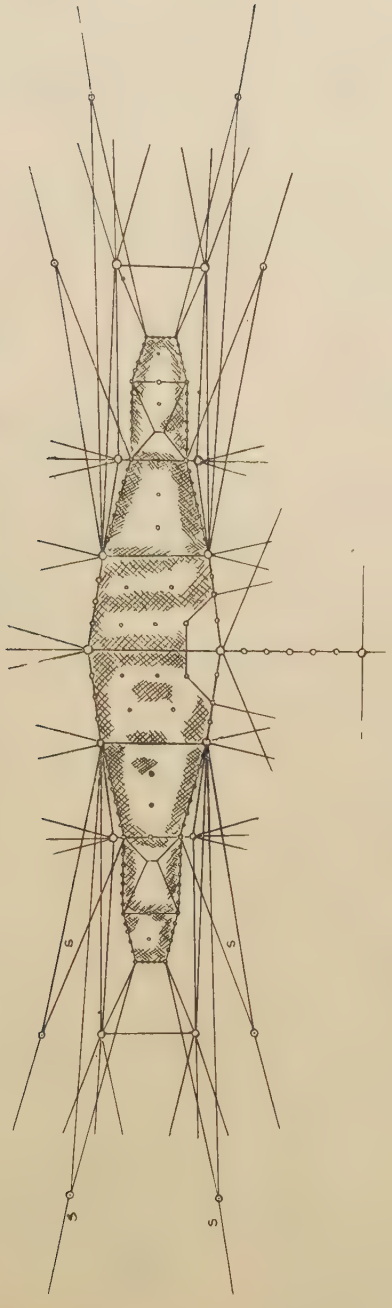
Moreover, out of the flowing resistances' upon the Net analysed into two factors; horizontal one and vertical one, the respective coefficient was obtained. The implications in the vertical resistance power will be left to the further research.

1. はしがき

潮の流れのかなり速い海域に定置網を敷き入れて，その網成りがあまり崩れないようにする方法の一つとして，網の全部を全く水面下に敷設し，且つ嚢の口前と嚢の魚捕の沖と陸との沈子方からこのために特に設けた土俵と，土俵綱の先端に仕掛けた滑車を通して伸縮自在としたところの土俵綱を取りつけ，網持ちにも便利で，且つ潮の流れを受けたときにも嚢の整形が崩れないような底建網を設計し，この網の性能や物理的性状について模型実験を行い，二，三の知見を得たので，ここに報告する．

2. 実験網と実験装置

この底建網は両口両溜りの左右相称で，身網の長さ66間，運動場の胴の幅14間，深さ8間で，水深10尋又はそれ以上の深さに敷設する．平面図，側面図，網地配置図は第1図に示した．嚢の口前と魚捕の沈子方からとつた伸縮自在とした土俵綱は，平面図及び側面図の符号Sで示す通りである．実物網の網地，綱，浮子，沈子，土俵等の仕様表，材料表は省略したが，これらの浮力，沈降力などの総計とその材料別内訳は第1表に示した．模型網は田内博士の「漁網の比較法則」[1]によつて，1/100のものを作製した．模型網と実物網との関係諸量についての概略は下記の通りである．実験は本学部の大型対称式回流水槽を使用した．模型網の網糸の太さ D'，網目の大いさ L' と，実物網のそれら D'', L'' との比 $\frac{D'}{D''}=\frac{L'}{L''}=0.207$，模型網の網糸には全て絹糸を使用し，この比重 ρ' を1.25，実物網の綿



⊙ Block,　○ Glass ball.

Fig. 1-a. Plan view of bottom fixed net.

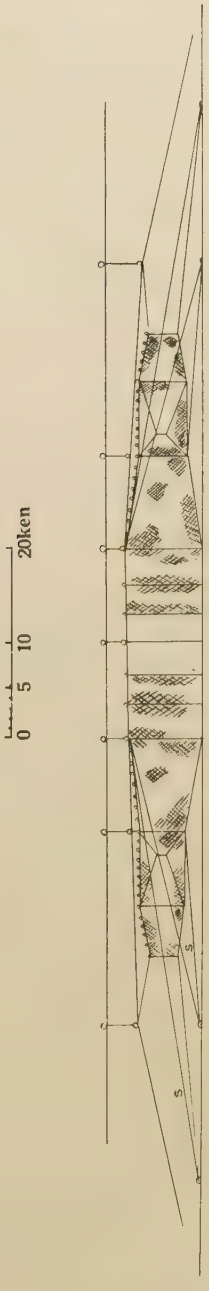


Fig. 1-b. Lateral view of bottom fixed net.

糸のそれ ρ'' は 1.39 であるから，模型網と実物網との流速の比は，$\frac{V'}{V''}=\sqrt{\frac{D'}{D''}\cdot\frac{\rho'-\rho'_w}{\rho''-\rho''_w}}=0.377$ とした．実物網の身網の一部分に クレモナとサランを使用し，模型網では絹糸にするから，流速の比が 変らないように これらの 糸の太さと 目合の大いさを決める．即ち，$\frac{V'^2}{V''^2}=\frac{D'_p}{D''_p}\cdot\frac{\rho'_p-\rho'_w}{\rho''_p-\rho''_w}$ からクレモナの糸の太さと目合の大いさは，$\frac{D'_p}{D''_p}=\frac{L'_p}{L''_p}=0.142$, サランのそれは 2.05 (クレモナ $\rho'_p=1.33$, サラン $\rho''_p=1.70$), 実物網に使用するマニラロープに対して模型網では綿糸を使う場合の太さの比は，$\frac{D_1'}{D_1''}=\frac{\lambda'}{\lambda''}\frac{V'^2}{V''^2}\cdot\frac{\rho'-\rho'_w}{\rho''-\rho''_w}=0.0373$, 模型網の浮子は上質のキルクで，その浮力 F と実物網の ガラス玉の それ F' との比，$\frac{F'}{F''}=\frac{\lambda'^2}{\lambda''^2}\cdot\frac{\rho'_w}{\rho''_w}\cdot\frac{V'^2}{V''^2}$ で，$F'=13.85\times10^{-6}F''$, 模型網の土俵は 布に包んだ鉛を使用し，実物網との重量比，$\frac{W'}{W''}=\frac{\lambda'^2}{\lambda''^2}\cdot\frac{\rho'_w}{\rho''_w}\cdot\frac{V'^2}{V''^2}\cdot\frac{\gamma''}{\gamma'}\cdot\frac{\mu''}{\mu'}=28.25\times10^{-6}$, ($\gamma$は沈降係数, μ は固定係数), 沈子の場合も鉛を使用し，実物が瀬戸沈子の場合の重量比は $\frac{W'}{W''}=\frac{\lambda'^2}{\lambda''^2}\cdot\frac{\rho'_w}{\rho''_w}\cdot\frac{V'^2}{V''^2}\cdot\frac{\gamma''}{\gamma'}=8.27\times10^{-6}$, 実物網が 自然石で あれば，$\frac{W'}{W''}=9.15\times10^{-6}$, (実物網土俵の $\gamma''=0.65$, $\mu=0.63$, 模型網のそれは 0.912, 0.22, 瀬戸沈子の $\gamma''=0.545$, 自然石のそれは 0.603), 抵抗は $\frac{R'}{R''}=\frac{\rho'_w}{\rho''_w}\cdot\frac{\lambda'^2}{\lambda''^2}\cdot\frac{V'^2}{V''^2}$ から模型網の 1 *gr* は実物網の 73 *kg* に相当する．

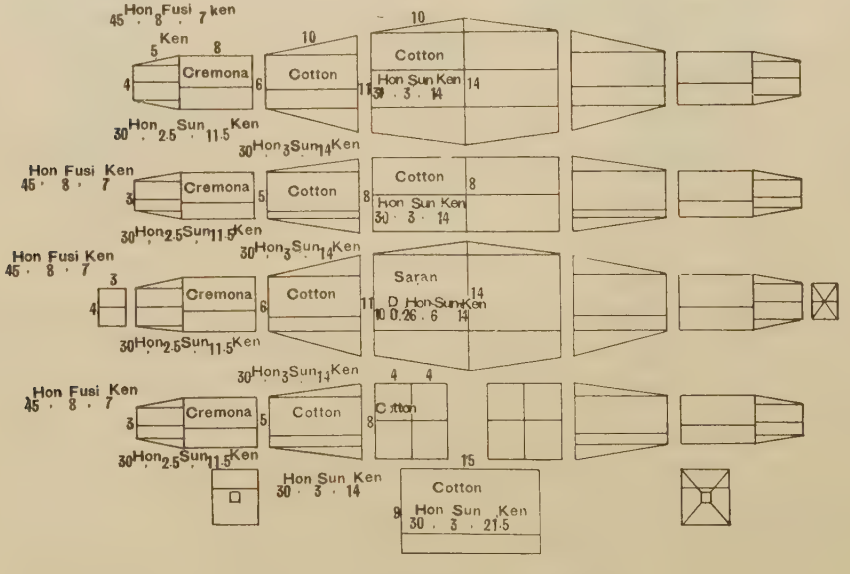


Fig. 1-c. Arrangement view of nets.

Table 1. Details of buoyancy, fixing and sinking capacity.

Buoyancy 502.36 kg		Mi-ami				
	Glass ball	502.36 kg				
Fixing power 25.5 ton	Sand-bags	25.5 ton				
		Cotton	Kuremona	Saran	Manila	Seto
Sinking power	Nets	45.2 kg	45.45 kg	19.6 kg		
	Ropes				164.0 kg	
	Sand-bag line				263.1 kg	
	Sinker					101.2 kg

3. 実 験 結 果

1) 網成りについて

網成りの観察は網が受ける流向を，(a) 流向を身網に並行に嚢網からうけたとき及び，(b) 流向を沖の側からうけたときの二つの場合について行つた．ここでは (a) について流速毎に変化する網成りを第2図に示した．

(a) 流向を嚢網から受けたとき

第2図に示したように，0.25浬/時の速さでは，潮上の登りの敷がやや吹き上り，潮下の登りの敷がやや下る程度で網成りは頗る良好である．0.5浬/時では，上述の状態の程度が少しく大となり，且つ潮下の嚢網と登りの天井が若干吹き上り始めた．潮上の嚢網の前傾姿勢が若干認められる程度で，網の浮子方がやや沈んだ．運動場の沖の側網の網裾が少しく運動場の中へ吹き込まれた．運動場の敷は吹き上らない．0.75浬/時では，上述の程度がかなり大きくなるが，前傾姿勢は頗る緩やかで，浮子方が一様に沈んだ．従つて潮上では嚢網と登りの敷がところどころ海底に着く部分が出来た．1.0浬/時では，更に浮子方は沈下して，潮上では敷が殆んど海底に接し，潮下ではところどころ着き，天井が僅かに吹き上げられた．又運動場の沖の側網が内側へ吹き込まれる程度が次第に大きくなり，網の容積は減少したが，魚の入網には支障がなく，特に潮下において良好である．

この網で，0.75浬/時以上の速い流速であつても，前傾姿勢が頗る緩かで浮子方が一様に沈み，運動場の網裾が浮上しないことは，嚢網の口前と魚捕立場の沈子方から特別に装置した伸縮可能の土俵綱の効果によるものであると思考されるのであつて，潮上，潮下共に殆んど完全な形状を保つていることは，今までの網の例には見られないことである．

(b) 流向を沖の側から受けたとき

流向を沖の側からうけた場合の網成りは頗る崩れ易い．0.25浬/時で，やや前傾姿勢をとり，運動場の沖の側網は内側に若干吹き込まれたが殆んど形状は崩れていない．0.5浬/時となると，前傾姿勢は大きくなり，網全体が低くなり．登りや嚢網の沈子方が吹き上つて，容積が狭くなつてくる．0.75浬/時では，魚の入網が殆んど不可能となり．運動場の沈子綱が海底を離れて浮上するが，運動場の敷はまだ海底を離れない．1.0浬/時になると，運動場の敷も海底を離れて，前傾姿勢が大きくなり，全く入網は不可能である．

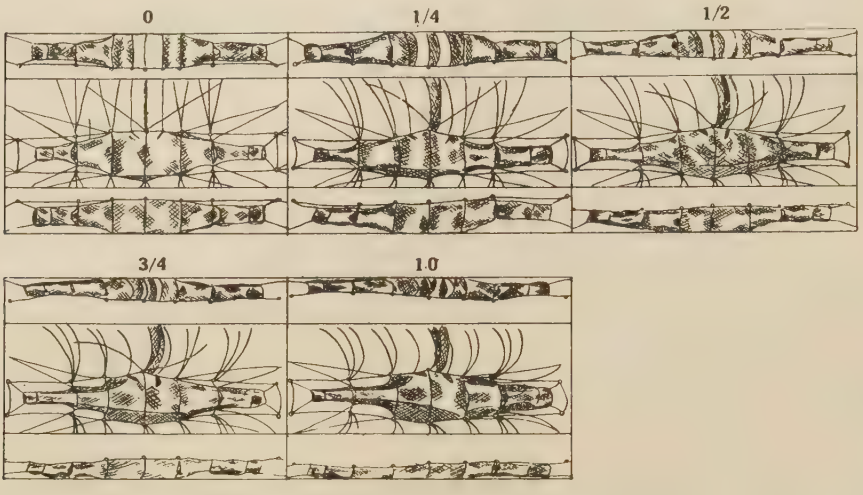


Fig. 2. Deformation of nets characterized by the current direction (a) and velocity, (mile/hour).

2) 網の変形について

網の受ける抵抗を $R=KV^n$ とおき，これまでの報告では K と n とについて，いろいろと考察してきたが，K と n について統一したる研究はまだ行われていない．今までの実験では，n の値は常に 2 よりも小さく 1 よりも大で，n の値の大いさによつて網の変形の難易を表現し，n が 2 に近いほど変形し難いとしている.[2] n の値が網によつて区々で 2 よりも小さく 1 よりも大きい理由は，流速によつて網自体の変形する程度が異うためと，夫々の網の構造や形状が異うから，$Re, Fr, D/L$ その他の影響する抵抗係数の大いさの差異によるものであつて，即ち K の値の変るごとに n の値も変らざるを得ないからである．筆者は，本実験において網の変形に着目し，定置網の流水抵抗と変形について考察を試みた．先づ流速毎の網の投影面積 S_i を求めて，この結果を第 2 表に示した．ここで言う投影面積とは，流れの方向に垂直な平面への投射面積であつて，流速によつて変形する網成りを撮影すると共に，網の主要各部分について，水底か

Table 2. S_i and velocity

Current direction		a	b
Current velocity		$S_i$cm²	$S_i$cm²
mile/hour	cm/sec		
(0.0)	0.0	250.0	1230
(0.25)	4.85	207.6	1032
(0.5)	9.7	165.2	835
(0.75)	14.5	123.2	639
(0.1)	19.4	80.4	440

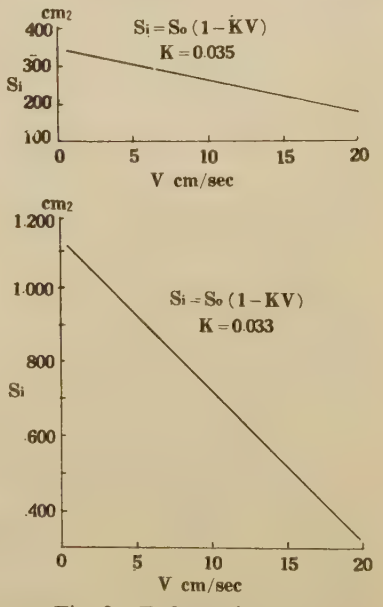


Fig. 3. Deformation curve of net-area.

らの高さ，水面からの深さを実測し，スケッチして作図によつて求めたものである．一般には網の構造は複雑で幾枚もの網が重なり合うので，網目の空間は取り除いていない．

第3図は投影面積 S_i が，流速 V による変化を示した．S_0 を流速0のときにおける投影面積とすると，図から実験式 $S_i=S_0(1-kV)$ を得る．k の値は流向（a）のとき 0.035，（b）のとき 0.033 である．但し実験式として，ここでは便宜上直線の式を用いた．この k を変形係数と呼ぶことにする．従つてこれより任意の流速における網の投影面積を求めることが出来る．

3）網の受ける抵抗について

網にかかる流水抵抗の測定は，土俵網が海底となす角度を実物網のそれと同じになるようにして，流れを嚢から受けた場合は，側張りの潮上のカモイの浮子から，流れを沖側か

Table 3. The flowing resistances' upon the net.

Current direction (a)

Velocity	High of Kamoi-Buoy	Length of Sand-bag Line	θ_i	R_i	$R_i\cos\theta$	$R_i\sin\theta$	$\frac{R_i\cos\theta}{\frac{1}{2}\rho V_i^2 S_i}=C_D$	$\frac{R_i\sin\theta}{\frac{1}{2}\rho V_i^2 S_i}=C_L$
cm/sec	cm	cm		gr	gr	gr		
0.0	11.4	45.45	14°32′	0				
4.85	10.7	〃	13°37′	1.8	1.7	0.41	7.06×10^{-4}	1.68×10^{-4}
9.7	8.7	〃	11°03′	4.5	4.4	0.86	5.69	1.10
14.5	6.7	〃	8°29′	7.4	7.3	1.09	5.64	0.84
19.4	6.4	〃	8°06′	8.7	8.6	1.22	5.64	0.81

Current direction (b)

0.0	15.5	45.45	19°56′	0				
4.85	15.0	〃	19°16′	5.0	4.75	1.66	3.88×10^{-4}	1.37×10^{-4}
9.7	11.0	〃	14°00′	6.4	6.23	1.55	1.5	0.37
14.5	9.5	〃	12°04′	11.6	11.3	2.41	1.7	0.36
19.4	8.2	〃	10°22′	16.0	15.8	2.90	1.9	0.35

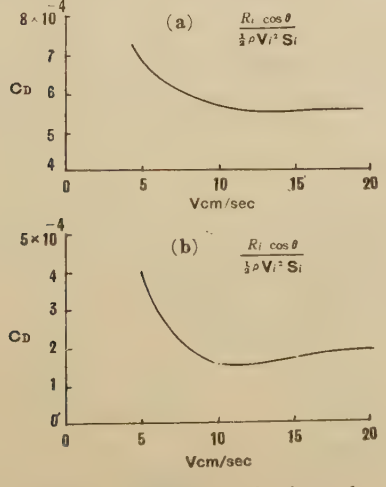


Fig. 4. Cofficient of horizontal resistance.

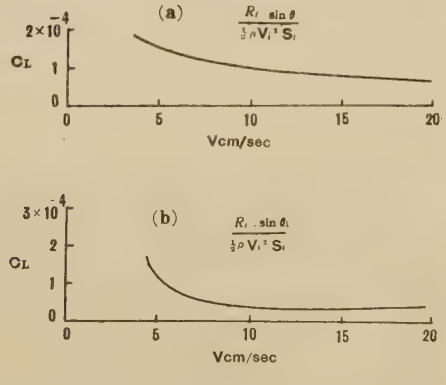


Fig. 5. Cofficient of vertical resistance.

ら受けた場合は，運動場の側張りの突キの浮子からとつた土俵綱に，全部の力がかかるようにして測定した．流速毎に土俵綱にかかる抵抗 R_i と，その土俵綱が海底となす角度 θ_i を同時に測定したから，R_i の水平分力 $R_i \cos\theta$，垂直分力 $R_i \sin\theta$ が生じていることが判る．これらの諸量を表示すると第 3 表 の通りである．但し模型網で得た結果を示した．

上の表で $\frac{R_i \cos\theta}{1/2\rho V_i^2 S_i} = C_D$ は，流れに平行な方向の抵抗係数を示し，$\frac{R_i \sin\theta}{1/2\rho V_i^2 S_i} = C_L$ は流れに垂直な方向の係数である．これらを図示すると，第 4 図及び第 5 図の通りとなる．第 4 図から判るように，流向 (a) のとき，流速の増加による抵抗係数 C_D の変化は少く，且つ 0.5 浬/時から 1.0 浬/時の流速の間では，殆んどその値に変化が認められない．流向 (b) のときは，流速 0.25 浬/時 から，かなり 急激に 抵抗係数値は 小さくなるが，0.75 浬/時，1.0 浬/時の間では僅かづつ大きくなることが認められた．垂直分力 $R_i \sin\theta$ は第 3 表から判るように，流向 (a), (b) いづれの場合にも，流速が次第に増加して土俵綱が海底となす角度が小さくなり，網の投影面積が小さくなるに従つて次第に増加している．即ち始めから全く水中に没している網でありながら，更に沈みながら沈もうとしない力が 次第に増加していることが判る．この係数 C_L は 第 5 図で 見るように 流向 (a) (b) いづれの場合でも 0.25 浬/時から 0.5 浬/時でやや急に値が小さくなるが，0.5 浬/時から 1.0 浬/時 の速い流速では，僅かに小さくなるに過ぎない．

4. む　す　び

本実験では，嚢の口前と魚捕立場の沈子方から特別に装置した土俵綱の効果が利いて，流向を嚢網から受けたときの網成りは非常に良好であつた．流れを沖側から受けたとき，運動場の側網が内方へ吹き込まれるのを防ぐには，側網の網裾から底つなぎを 装置するとよい．本実験では流速毎の流れに垂直な網の投影面積の変化を測定し，$S_i = S(1-kV)$ から k の値を求めた．又網にかかる 流水抵抗を 水平と垂直に 分解して考えて，水平抗力は $R_D = C_D S(1-kV)\,1/2\,\rho V^2$ として C_D を求めた．垂直力は網の構造上の因子によつて生ずるものとも考えられるが，これが生ずる原因，流速によつて増減する原因及び 網の構造等との関係の解析は，今後研究を続ける予定である．

本実験に際して実験測定に御助力を得た三浦幸治，新町武雄，森田林八郎の 3 君 及び実験その他につき種々の示唆を賜つた漁撈物理学教室藤田博士に深甚の謝意を 表するものである．

文　　献

1) 田内：漁網の比較法則，日水誌，3(4) (1934).
2) 宮本：定置網の研究，東海区水産研究所研究報告第 2 号 (1951).

ブリ落網の改良に関する研究（第7報）

後流と抗力についての模型実験

金　森　政　治

Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (VII)

— Model Experiment to fix the Relation between the Tail-stream and Resistance —

Masazi KANAMORI

Measuring the current velocity, the hydrodynamical force acting on the Set-Net is obtained by the Principle of Conservation of Momentum.

Results obtained are well agreed with that obtained by the method of the usual balance-beam, though this method was the first case applied to the Set-Net experiment.

Thus, the method introduced in this experiment is available to our experiments.

緒　　言

実際の漁場に敷設された定置網の潮の流れによつて受ける抗力を，直接に測定することは非常に難かしい．従来定置網の模型実験では，流水抵抗の研究が行われてきているが，殆んどが網にかかつた水平抗力を取り扱つたものである．筆者は物体の受ける抗力と，後流の関係,[1] 即ち物体の抗力と後流の大きさ，速度の間に，運動量の法則によつて，$D=\rho\int u(V-u)\,dS$（但し V は物体前方検査面上における流速，dS は物体後方検査面上後流が通過するところの微小面積，u はそのところの速度とする．）の関係が成り立つことから，定置網の後面における流速，即ち後流の速度を測定することによつて，間接的に全抗力を知ることが出来る．故にこの計測法を用いた模型実験を行い，これと従来の天秤によつて求めた抵抗と比較研究したので，茲に報告する．

実 験 の 方 法

実験に使用した模型網は，本誌第6報に[2] 記載したブリ底建網で，本学部の大型対称式回流水槽中に，実物網では水深10尋（15.15米）に相当するよう，15.15糎の深さにして建て込んだ．流速の測定には広井式流速計を用いたが，微速のときは翼が回転しないため，1/4，1/2浬/時における測定は出来なかつた，3/4浬/時では流速計を逆回転させ，1.0浬/時では順回転させて測定した．尚流速の修正は前者のとき，Vm/sec＝0.117N＋0.025，後者のとき，0.117＋0.010，但し N＝回転数/t とした．流向は流れを囊網から受けた場合について，第1図に示した通り検査面は囊網の魚捕の前方30cm，及び潮下のそれの後方30cmにとり，検査面上の測定点は前，後面共に身網の長さの線，即ち中心線を0点とし，これより左右に各10cm毎に6点，計13点をとり，各々の点の流速を測定した．

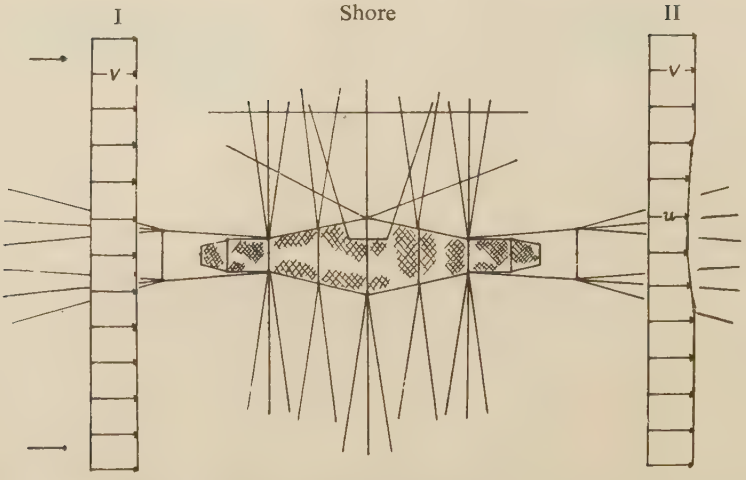


Fig. 1. Inspection face and measurement point.

実験の結果，考察

流速測定の結果を示すと第 1 表の通りである．後流を生じた部分の点の流速は italic で示した．

Table 1. Velocity of the measurement station

Velocity	Measurement point / Inspection face	Offing 6	5	4	3	2	1	0	Shore 1	2	3	4	5	6	average
mile/hour 3/4	Front face V cm/sec	12.6	12.5	12.5	12.3	12.2	12.2	12.3	11.9	12.0	12.4	12.5	12.6	12.5	12.3
	Back face U cm/sec	13.7	13.5	13.4	13.5	*12.1*	*12.0*	*10.2*	*11.5*	*11.6*	*11.8*	13.1	13.4	13.5	—
1.0	Front face V cm/sec	15.6	15.2	15.2	14.8	14.8	14.9	14.7	15.0	14.7	14.8	15.3	15.5	15.5	15.1
	Back face U cm/sec	16.6	16.7	16.3	16.0	*14.9*	*14.8*	*13.2*	*14.2*	*14.4*	*14.8*	16.4	16.8	16.6	—

後流を生じた部分について，運動量の法則に従い，模型網の受ける抗力を求めた．水深は 15.15 cm，測定点の間隔は 10 cm であるから微小面積 dS は 15.15 cm^2 である．故に模型網の受ける全抗力を，$D=\rho\int u(V-u)dS$ より，各流速毎に求めると，第 2 表の通りとなる．これと計測器によつて直接模型網の抵抗を測定した結果とを比較し，且つ誤差率を表示した．実物網換算は模型網の 1 gr は実物網で 73 kg となる．(2)

Table 2. Calculated resistance

Resistance / Velocity	By Balance: Model Net	By Balance: Original Net	By Tail stream: Model Net	By Tail stream: Original Net	Error rate
mile/hour 3/4	7.48 gr	546 kg	7.4 gr	540 kg	1.1 %
1.0	9.24	674	8.7	635	5.8

本実験では，流速が微速であるため，ピトー管による流速測定は困難であり，広井式流速計でも3/4浬/時では，これを逆回転せしめて使用した．後流を生じた部分を除けば，後面の流速は前面のそれよりも毎秒 1 cm 内外速く，同一検査面でも各測定点で極く僅かながら差異がある．これについては更に究明の必要があるが，大体において上記程度の誤差のあることは許容されるものとして，前面流速の平均をとつて，一様な定常流とみなしたものである．第2表で見るように，この程度の誤差率では後流測定による抗力と，天秤によつて測つた抗力とは，かなり一致したものとみてよい．

結　　び

後流を測定して抗力を求めようとする研究は，定置網の研究では最初の試みであるが，流速が微速のときは実験が難かしく，本実験では 14.5 cm/sec（実物網で 3/4 浬/時）及び 19.4 cm/sec（実物網で 1.0 浬/時）についてのみ行われたに過ぎない．然しこの実験範囲では，かなり実験値の正確を期することが出来たものと思われ，定置網の流水抵抗の研究には役立つものと信ぜられる．今後は流速の測定に適当な微速流速計を考案，使用してこの種の研究を進める予定である．本実験に当つて御助力を得た新町武雄君及び種々御懇篤なる示唆を賜つた漁撈物理学教室藤田博士に深甚の謝意を表するものである．

文　　献

1）藤本武助：流体力学 p. 341.
2）金森政治：ブリ落網の改良に関する研究（第6報）本誌本号.

On the Fluctuation of Mackerel-long-line Catch under the Influence of the Solar-eclipse

Toyotaka Tanoue

Introduction

Undoubtedly it is very important to have any researches on the catch-fluctuations in the various types of fishery under the influence of the Solar-eclipse, but that is not the way things are now.

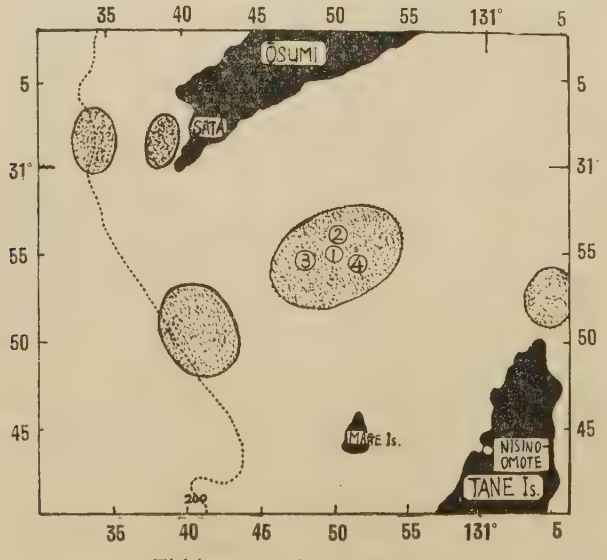
On April 19, 1958, under the annular eclipse of the sun, some investigations were done both on the fluctuation of the Mackerel-long-line Catch and on some oceanographical conditions at the sea, 10 miles south-east off Cape Sata.

In this paper some records were described about the relationships, ascertained to have existed, between the extraneous phenomena observed in the fishing-rate and the environment-factors.

Methods and Results

The results of the observation at Nishino-omote Harbour, "Tane" Island, lying near the fishing ground tell us that the observation of the solar-eclipse was carried out at the lapse of time from 11h 03m* to 14h 43m, and it reached its maximum at about 12h 53m.

It was possible for us to see the eclipse for about 6 minutes, its starting time being 12h 49m 59s.



Fishing-ground :
Station No. : ①, ②, ③, ④

Fig. 1. Fishing-grounds and the stations of observation.

* Japan Standard Time.

The investigations at the fishing ground were performed with the results shown in Table 1 on board of the Training Ship "Shiroyama" 18 tons 60 H. P. of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University.

Table 1. Items and Times of investigation at the fishing ground

Date	Ship's position	Time	Item of investigation
		h m h m	
	30°—55.6′N	11.45～12.05	Sea conditions
	130°—49.5′E	12.10～13.30	fluctuation of long-line catch
April–19		12.30～12.50	larvae, plankton
	30°—56.0′N		
	130°—50.0′E	14.10～14.25	Sea conditions, plankton
		14.45～15.00	larvae, plankton
		15.00～16.00	fluctuation of long-line catch
		h m h m	
	30°—54.5′N	07.10～10.00	fluctuation of long-line catch
	130°—48.5′E	10.30～11.20	〃 〃
April–20		11.25～11.40	Sea conditions, plankton
	30°—54.7′N	12.20～13.20	fluctuation of long-line catch
	130°—51.0′E	13.25～13.45	Sea conditions, plankton
		13.45～14.15	larvae, plankton

The fixed Stations of the observation are shown in Fig. 1.

The observation of water-temperature was made at different layers from the surface to the depth of 100 meters, with the use of the reversing thermometer attached to Nansen's reversing-water-bottle: the surface water temperature being measured every half an hour, with the rod-mecurial-thermometer.

The determination of salinity was done through Chlorine titration method, using Normal sea water and Knudsen's Pipette.

Surface water-temperature: The observation-results of the surface water temperature are shown in Fig. 2.

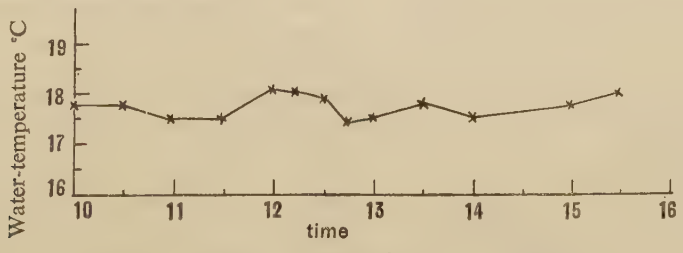


Fig. 2. Change of the surface water temperature.

The surface water temperature was within the scope from 17.5～18.1°C, but there were some considerable irregular variations —— though there was nothing particular which enabled us to attribute these variations to the influence of solar eclipse.

Water mass: The vertical distributions of water temperature and of salinity are shown in T—S diagram (Fig. 3). Judging from Fig. 3 it was confirmed that at each layer of the 4 Stations there was little or no difference in water temperature. At the surface layer, the water mass (A) was observed, which was confined within the range of water-temperature about 17～18°C, and that of salinity 34.70～34.90 ‰. At the bottom

layer, water mass (B) was observed, which was confined within the water temperature about 14°C, Salinity 34.50～34.65 ‰. At the middle layer, a discontinous layer was discovered, too.

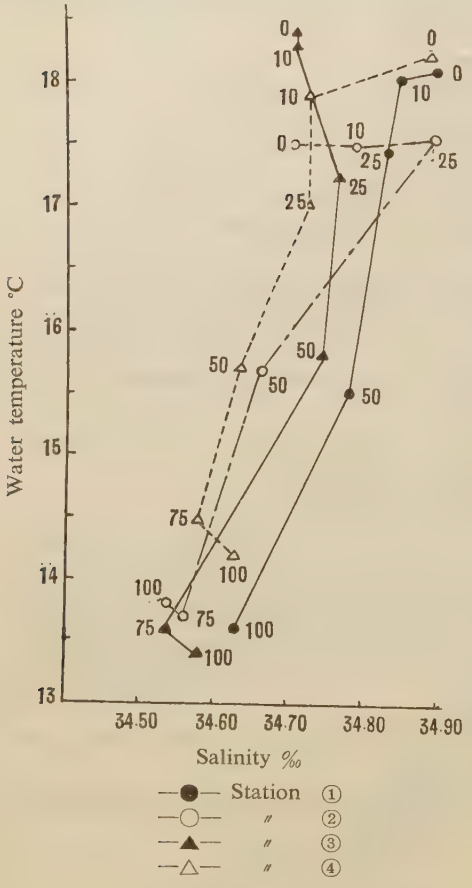


Fig. 3. T-S Diagrams of each station.

Vertical stability: Vertical stability at each station was calculated by the next formula:

$$10^8 E = \frac{d\rho}{dZ} 10^8 - 500$$

$$\rho = \rho_S + \Delta s,\ t + \Delta t,\ D + \Delta D$$

The data are shown in Table 2.

The vertical stabilities of 25～50m. layers and of 50～75m. layers were found to be larger than those of others; and the mixture of surface water with the bottom one was found to be quite difficult.

The water mass (A) was regarded as a branch of Warm Current (Kuroshio).

Transparency: The transparency was measured with Secchi disc painted in white having 30 cm length in diameter. And the transparencies of water at each station were found out to be 19, 17, 17, and 18m. respectively.

Current direction: The determination of current direction was due to the flowing-direction of long-line. As the result of four times experiments, it was fixed to be north-east.

Judging from these results, the sea-water was assumed to have kept a constant condition for 2 days from 19th to 20th.

Table 2. Vertical stabilities at each station

Depth \ Station	1	2	3	4
m				
0～10	—300	—600	—200	100
10～25	360	566	30	1030
25～50	1340	1300	1340	740
50～75	—	1260	2380	500
75～100	340	—460	—420	—260

Catch condition: The sea off Cape Sata is famous for a good catch of Mackerel. Every year, in these sea-fronts, the appearance of Mackerel-school begins in spring, is kept continuous from April to June, and then is cut out completely.

Judging from the location of catches, it is at the sea-fronts lying about 10～15 miles off Cape Sata that Mackerel-school appears early in March. Their closer approach may be seen after that, and in May and June it is possible for us to see them at the sea-fronts westward off the Light-house.

In March and April, it is with the long-line, that they are caught, and in May and June, it is with "Hanezuri" (a fishing method carried with pole line) or with "Tembinzuri" (a fishing method with hand line). In our experiment, this long line consisted of a drifting-line. This year, during the term from April~May it was with this type of long-line that their catch was done.

The construction of a basket of long-line gear is shown in Table 3.

Table 3. Construction of basket of long-line gear

main line		branch line		hook		float (bonden)		float line	
materials	length	materials	length	length	number	pole	float	materials	length
cotton 20'S, No.20	250m	cotton 20'S, No.4	1.5m	1.6sun	80	banboo (dia.–4cm) 3m	glass dia.–33cm	cotton 7monme	60m

Fishing method : It was in the early morning that the fishing-boat arrived at the fishing ground. The attachment of main line to the floating line was followed by the throwing-in of the line together with its baited hooks and branches, and in this handling the main line was payed out in good-order from the stern deck of the fishing-vessel, 10 sets of basket being put in at a time.

Immediately after the finish of the throwing-in of the ten baskets, those gears were taken up by hands, and the fish were transferred into the fish-hold.

It took 7 minutes for ten baskets of long-line to be thrown into the sea, and 50 minutes for the gear to be taken up on board of the vessel. The bait used was Saury.

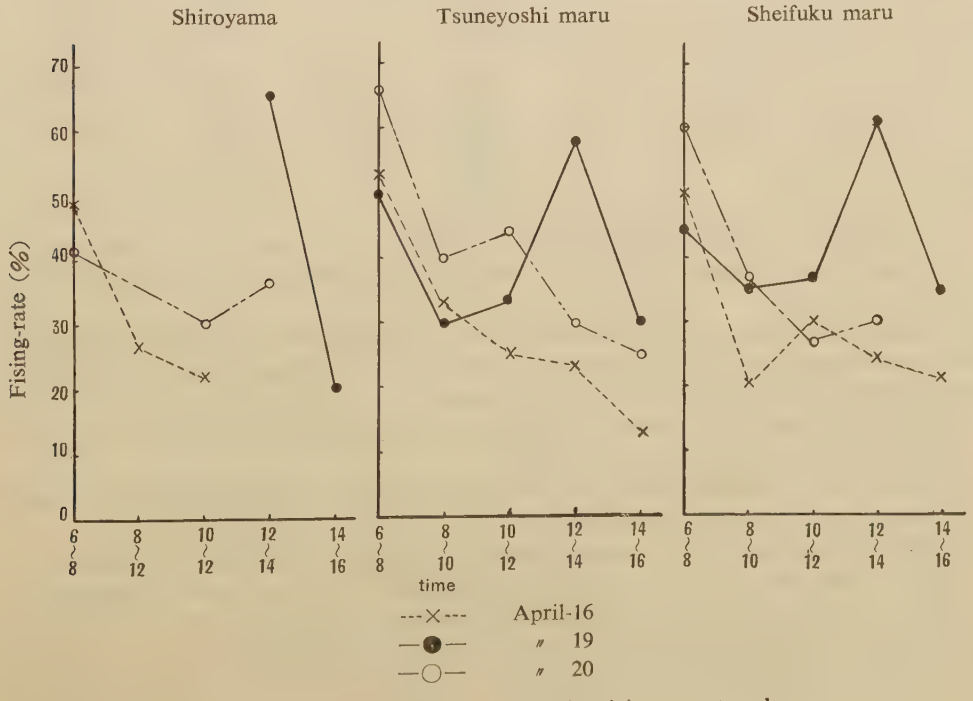


Fig. 4. Change of fishing-rate of Mackerel in every two hours.

Catch ratio: Several fishing-boats engaged in fishing at this fishing-ground in April. During the term from April 16th to 20th the writer investigated the fluctuations in the catch of three vessels; "Shiroyama" (18 tons, 60 H. P.) "Tsuneyoshi-maru" (19 tons, 52 H. P.) "Sheifuku-maru" (17.3 tons, 50 H. P.).

The catches and the fishing-rate $\left(\frac{\text{fish number caught}}{\text{total hooks}} 100\right)$ of Mackerel are shown in Table 4 and Fig. 4.

As may be seen in Fig. 4 and Table 4, the fishing-rate of each fishing-boat for the lapse of time from 6 to 8 o'clock came to 40～66 % of the total hooks, while that done at other time came down to 20～40 %. And the fishing-rate seen for the 2 hours from 12 to 14 o'clock of the 19 th day showed the rate of 58～65 % which was the highest one among the times before or after that.

Table 4. Catches and fishing-rate of Mackerel

Date	Time	Shiroyama			Tsuneyoshi maru			Sheifuku maru		
		total fishing hooks	catches	rate(%)	total fishing hooks	catches	rate(%)	total fishing hooks	catches	rate(%)
April 16	6～ 8	1200	580	48.3	800	425	53.1	960	480	50.0
	8～10	400	105	26.2	800	266	33.2	800	180	20.3
	10～12	400	88	22.0	800	200	25.0	800	240	30.0
	12～14	—	—	—	800	190	23.7	800	190	24.0
	14～16	—	—	—	800	100	12.5	800	170	21.2
19	6～ 8	—	—	—	800	400	50.0	800	350	43.7
	8～10	—	—	—	800	240	30.0	800	290	35.0
	10～12	—	—	—	800	270	33.8	800	294	36.7
	12～14	**400**	**260**	**65.0**	**800**	**460**	**58.0**	**800**	**490**	**61.2**
	14～16	400	80	20.0	800	240	30.0	800	280	35.0
20	6～ 8	1600	695	40.6	800	530	66.2	800	480	60.0
	8～10	—	—	—	800	320	40.0	800	296	37.0
	10～12	480	144	30.1	800	352	44.0	800	220	27.5
	12～14	480	173	36.0	800	240	30.0	800	240	30.0
	14～16	—	—	—	800	200	25.0	—	—	—

In other words, the fishing-rate appeared under the influence of the solar eclipse was found to be as large as that which was observed in the early morning at the time from 6～8 o'clock.

Body-length composition of mackerel: No other species but "Gomasaba" *Pneumatophorus tapeinocephalus* (BLEEKER) was found among the fish school. Fig. 5 shows the distribution of body-length of the fish caught.

The distribution of the body-length was within the range of 26～40 cm, the most typical size being within 31～32 cm.

The number of fish measured 31～32 cm in body-length came to 50 % of the total fish caught on the day of solar eclipse.

Illumination-intensity: The measurement of illumination-intensity was done with "Matsuda illuminometer No. 5" operated by Photocell. Fig. 6 shows illumination-intensity measured on both the deck of "Keiten Maru" (265 tons, 500 H. P.) at the northern sea front of "Takara" Island (29°—9.3N, 129°—12.6E) by Doctor T. Fuzita[1] on April 19 th, and on that of "Shiroyama" at the fishing ground off Cape Sata on June 5th by the writer.

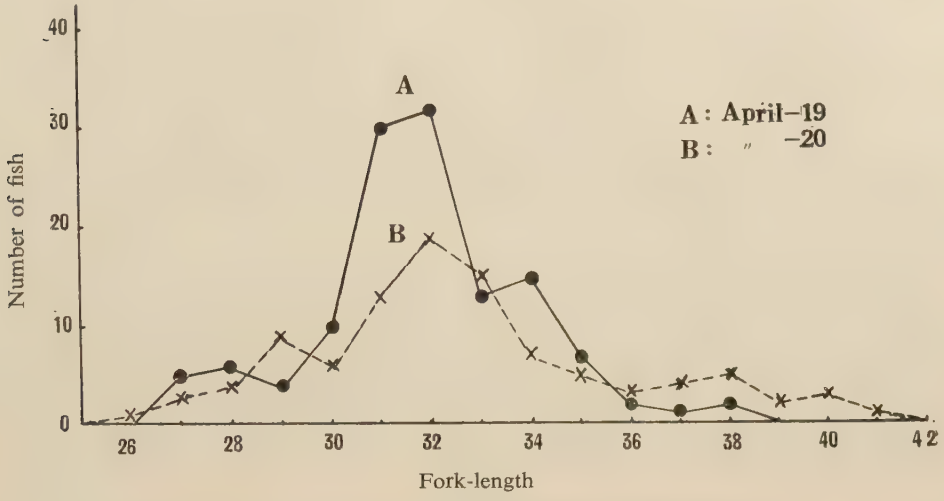


Fig. 5. Body length distribution of Mackerel.

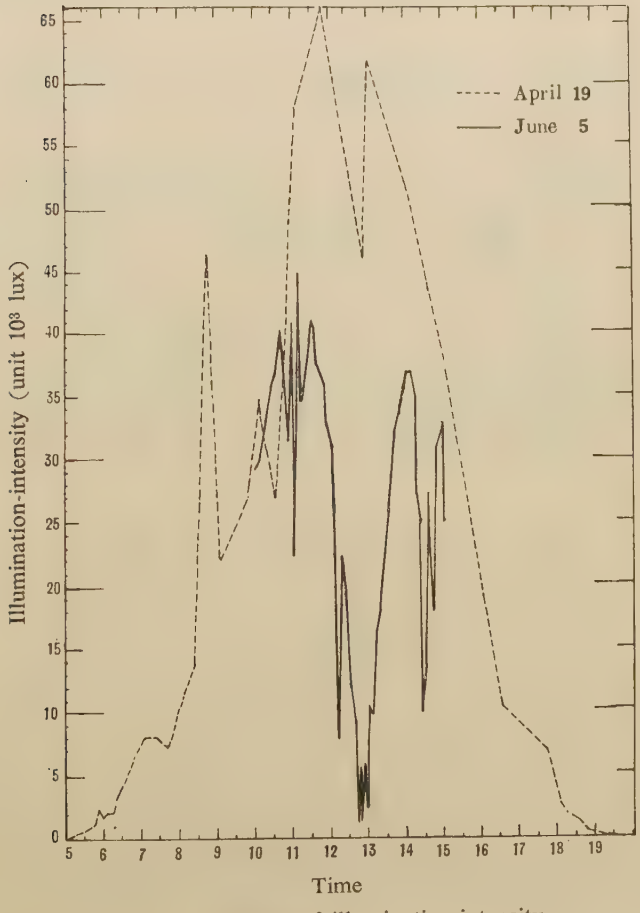


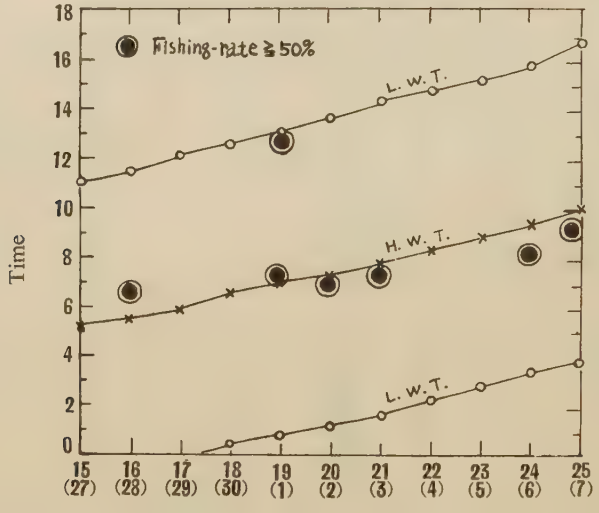
Fig. 6. Change of illumination-intensity.

Results obtained are as follows:

April 19			June 5		
12h 00m	12h 30m :	$30\sim10\times10^3$ lux	06h 00m	07h 00m :	$2\sim8\times10^3$ lux
12 40	12 50 :	$3\sim4\times10^3$ lux	07 00	08 00 :	$7\sim10\times10^3$ lux
12 50	13 05 :	$5\sim10\times10^3$ lux	12 00	13 00 :	$46\sim60\times10^3$ lux

In a nutshell, the illumination-intensity observed at the lapse of time from 12h 30m~13h 00m under the influence of solar eclipse was assumed to be nearly equal to the intensity got at from 6~8 o' clock.

Tide: Fig. 7 shows the high water time, the low water time and the time appropriate for good catches on each day during April 15~25 in the Fishing ground off Cape Sata. From Fig. 7 it is ascertained that the appearance of good catch is to be observed usually at the time on or near the advent of the high water time. Although the good catch usually appeared at the high water time, in 19 th it was possible for us to see the good catch at low water time too. And the beginning of solar eclipse was simultaneous with that of low water time.



( ) the moon's age.

Fig. 7. Didgram showing the relation between the tide and the good catch.

Consideration

As shown Fig. 4 and Table 3, the highest fishing-rate of Mackerel was seen in the early morning (6~8 o' clock) the maximum fishing-rate being 68 %.

The fishing-rate under annular eclipse of sun was seen to have showed the same amount of catches (58~65 %) as that observed at the lapse of time from 6~8 o' clock.

On the other hand, the environment-factors; water-mass (Fig. 3), the Current-direction, the transparency, and vertical stability (Table 2) were ascertained to have kept constant conditions from April 19 th to 20 th, so we came to the conclusion that no considerable change occurred in the sea-conditions.

The illumination-intensity at 6～8 o'clock lay within the range of $2 \sim 10 \times 10^3$ lux, and which was the same as the one got at 12h 30m～13h 00m under the influence of solar eclipse.

Generally speaking, good catch appeared at high tide time, but in spite of the fact that it was at the low tide time that the solar eclipse occurred, the higher fishing rate than those observed at before or after that time was clearly got.

Judging from these results it might be relevantly conjectured that the changes in the illumination-intensity was one of the important causes for the good catch under the eclipse of sun.

The fishing-depth (depth of hooks) calculated with Yoshihara's method[2] was within the range of 60～80 meters; the water temperature appropriate for catch being within 14～16°C.

In other words, it was ascertained that the water-temperature appropriate for catch by the long-line was somewhat smaller than that of "Hanezuri"[3,4,5] and "Tembinzuri". This point shall be confirmed in future study.

The number of fish, measured 31～32 cm in body-length, caught under the solar eclipse came to 50% of the total and this was higher in ratio than that caught on April-20.

This may be attributed to the fact that on 20 th it was at different locations in this fishing ground that the catching was done.

Resume

The writer made some researches on the fluctuation of mackerel long–line catch both at the solar eclipse time and before or after that time at the fishing grounds off Cape Sata.

The results were summarized in Table 1～4 and Fig. 1～7.

with the aid of these results the following items were ascertained.

(1) The highest fishing–rate of mackerel was to be fixed at the time passed from 6～8 o'clock in the morning, it maximum being 68%.

(2) The fishing-rate got under the influence of the solar eclipse showed the same ratio as that got at 6～8 o'clock in the morning.

(3) It was brought into consideration that the difference in the illumination-intensity must have been one of the important factors to cause the good catch under the eclipse.

(4) The body-length-distribution of Mackerel was within the range from 26～40 cm, and the number of the fish measured from 31～32 cm in fork-length was most numerous.

(5) The water temperature and salinity appropriate for the good catch was within 14～16°C; 34.60～34.80‰ respectively.

Acknowledgements

The writer wishes to express a deep gratitude to Professor M. Kanamori and to Dr. T. Fuzita of the Faculty of Fisheries Kagoshima University, for their encouragement and guidance given to the writer while the present work was under progress.

Thanks are also due to Captain K. Takahashi and other crews of the "shiroyama", who helped him in performing the observations.

References

1) T. Fuzita: Observation of the Annular Eclipse in April 19th, 1958, pp. 12～19. Nissyoku Kenkyukai in Faculty of Fisheries, Kagoshima University.
2) T. Yoshihara: Journal of the Tokyo Univ. of Fisheries, Vol. 41, No. 1, (1954).
3) T. Tanoue: Memoirs of the Faculty of Fisheries Kagoshima Univ., Vol. 2, No. 1, (1952).
4) T. Tanoue: Memoirs of the Faculty of Fisheries Kagoshima Unv., Vol. 5, (1956).
5) M. Kanamori, T. Morita & T. Tanoue: Tsushima Danryu Chosa, Fish. Dept. Japan Govt., 1957, p. 1.

日食が無線通信に及ぼす影響について

高　橋　健　蔵

The Effect of the Solar Eclipse on Radio Communication

Kenzo Takahashi

Radio waves transmitted from the speeial stations were received and tape-recorded on the training ship "keiten-maru" and "Kagoshima-maru" in the path of total phase of the eclipse of the sun, june 20, 1955 and again on "Keiten-maru" in the path of annular phase of the eclipse of the Sun, apri1 19, 1958.

By means of playing the tape-recorder and working speaker and oscillograph, intensity of the received waves was measured precisely by the eye and ear method.

From these measurements, the effect of the solar eclipse on radio Communication was found to be a night effect, indicating a temporary change in the density of the ionized layers as the immediate result of the screening of solar radiation of the earth by interposition of the moon and this fact was already discovered by G. W. Pickard in 1925.

Therefore, the effect is not big and may deserve little consideration for practical communication, excepting scientific study.

1. 緒　　言

昭和30年6月20日フィリッピン群島の東方遙か洋上の皆既日食帯に，はいつた練習船敬天丸において，好天に恵まれ約6分間も続く皆既日食を完全に観測し，貴重な研究資料

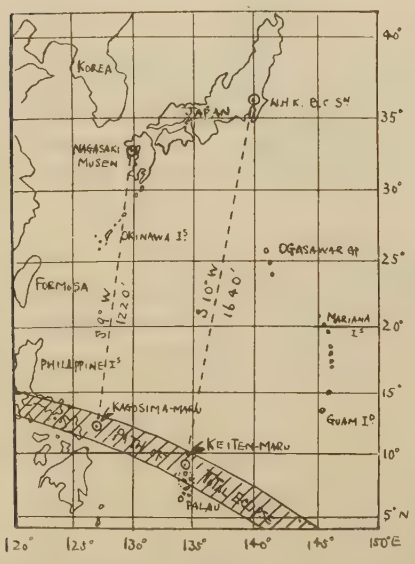


Fig. 1. Bearings & Distances from N. H. K. Broadcasting station to Keiten-maru and from Nagasaki Musen to Kagoshima-maru during the total eclipse, June 20, 1955.

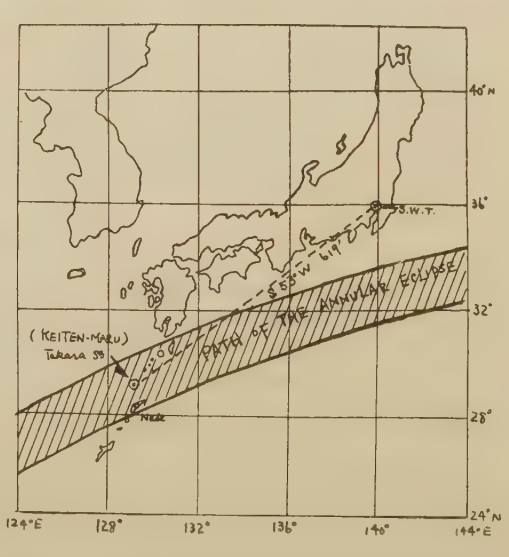


Fig. 2. Bearing & Distance from standard wave transmitting station (S. W. T.) to Keiten-maru during the annular eclipse, April 19, 1958.

を得た．しかし，同じ皆既日食帯にいた傭船かごしま丸においては行雲に邪魔されて観測の機会を逸した．又昭和33年4月19日宝島に碇泊中の敬天丸において，これ又7分間にも及ぶ金環日食を完全に観測した．

以上2回の日食時中，内地の特定送信所より発射せられた電波を上述のように皆既日食帯中にあつた敬天丸及びかごしま丸の船上で受信録音し，日食が無線通信の電波伝播にどんな影響を及ぼすかについれ実験調査した．

2. 実験の方法

Fig. 1. 及び Fig. 2. に示すように特定の送信所より発射せられた電波を船上の受信機で受信するとともにテープレコーダーに収録し，これを再生してスピーカーとオシログラフにかけて耳目により受信電波の強度を測定した．

これら送受信，収録，測定に関する要目は次の通りである．

日食別 / 船別 / 要目	皆既日食		金環日食
	敬天丸	かごしま丸	敬天丸
船位	Lat. 9°–16′ N, Long. 134°–30′ E	Lat. 12°–42′ N, Long. 126°–48′ E	Lat. 29°–9.5′ N, Long. 129°–12.5′ E
受信機	小林無線 SH-8x	安立電気 ARR-5305A型	Modd 9R-4 通信型
収録及び再生機	東通工 301 型 テープレコーダー	東通工 301 型 テープレコーダー	東通工 301 型 テープレコーダー
発信局	N.H.K. 八俣送信所	長崎無線電報局	電波研究所 標準電波送信所
同位置	Lat. 36°–10′ N, Long. 139°–50′ E	Lat. 32°–48′ N, Long. 130°–9.5′ E	Lat. 35°–42′ N, Long. 139°–31′ E
電波周波数	9655 K.C.	17271.2 K.C.	10000 K.C.
電波の種類	放送電波出力 5 K.W.	特定信号出力 2.8 K.W.	報時信号出力 2 K.W.
受信収録時間	6月20日 1230～1500	6月20日 1330～1430	4月19日 1040～1500
電波強度測定機	東芝 130 mm ブラウン管オシログラフ	東芝 130 mm ブラウン管オシログラフ	東芝 130 mm ブラウン管オシログラフ

3. 測定結果

(A) 皆既日食

(1) 敬天丸の分

当初の計画では N. H. K. で生の電波を収録したものと船上で受信収録したものとを比較して電波伝播の変化を測定する積りであつたが，収録の都合により船上の受信録音だけで測定した．この放送電波の受信録音には，ひどい雑音がはいつているので測定は極めて困難であつたが結局2の方法を用い，1は音声だけの強度を耳目で測定し，他は雑音もろともインキ書きオシロに画かしたものを簡易に模写した．(Fig. 3.)

これによれば，食甚時を中にしてその前後約30分間は感度が特に上昇しているが，更にそれより前後約1時間は低下している．

但し，この結果は雑音の非常に大きな受信録音について測定したものであるから，電波伝播の大体の変化を示すに過ぎないものである．

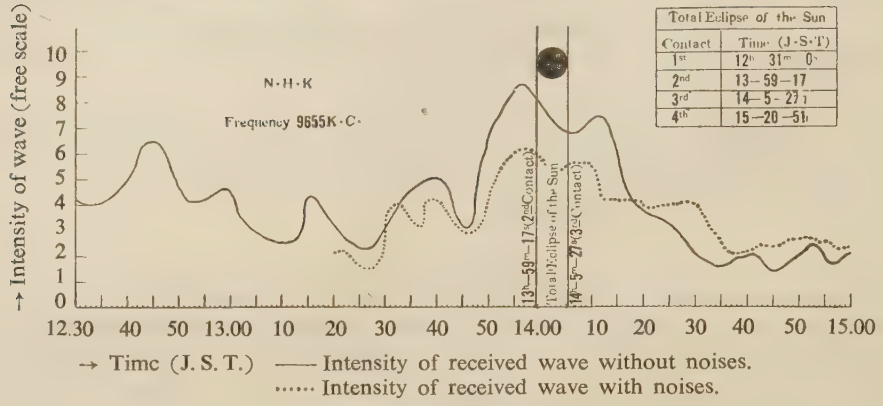


Fig. 3. Intensity of received radio wave (N. H. K. 9655 K.C.) on board ship "Keiten-maru".

(2) かごしま丸の分

これは長崎無線電報局より，連続発射する特定の信号電波を同局でモニター録音したものと，本船で受信録音したものとを比較することができた．本船では行雲が邪魔して皆既食を観測することはできなかつたが，本船の受信収録は完全に行われた．只惜しかつたことは，発信局の業務上の御都合で 1 時間だけに発信を限られたことである．せめて日食時中のものが欲しかつた．Fig. 4. に示したのが，この測定の結果であるが，これも敬天丸の分と同じように食甚時附近に最高感度があり，その前後に最低があり，特に後の方が低くてその時間も長い．

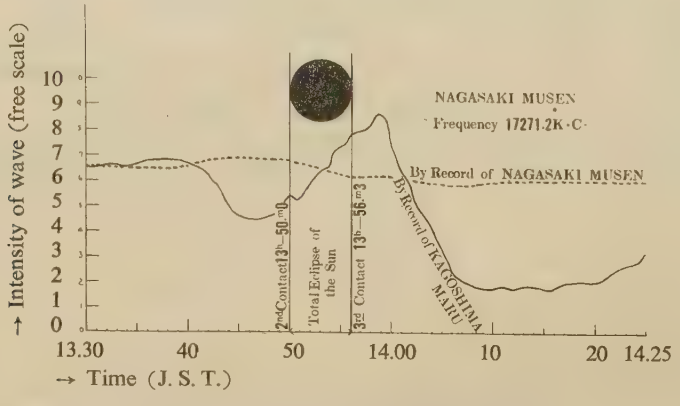


Fig. 4. Intensity of radio wave (Nagasaki Musen 17271.2 K.C.) received on board ship "Kagoshima-maru".

(B) 金環日食

本観測は電波研究所の標準電波を 10 時 40 分より 15 時 0 分まで，4 時間 20 分に亘り受信収録したものである．Fig. 5. において 10 時 54 分の第 1 接触時より 12 時 10 分頃までは多少感度の低下が見られるが，Fading 現象はあまり見られない．その後感度は稍〻高まり旧に復しているが，Fading 現象が急に大きくなり，12 時 43 分～12 時 50 分の金環食を過ぎる頃より，この現象は更に増大し，13 時 55 分頃まで続くが，その後は又急に消滅

している．即ち金環食を中にして，その前の約30分間と後の約1時間 Fading 現象が大きく現われているが，特に後の方が時間的に約2倍続き，その強さも更に増大している．

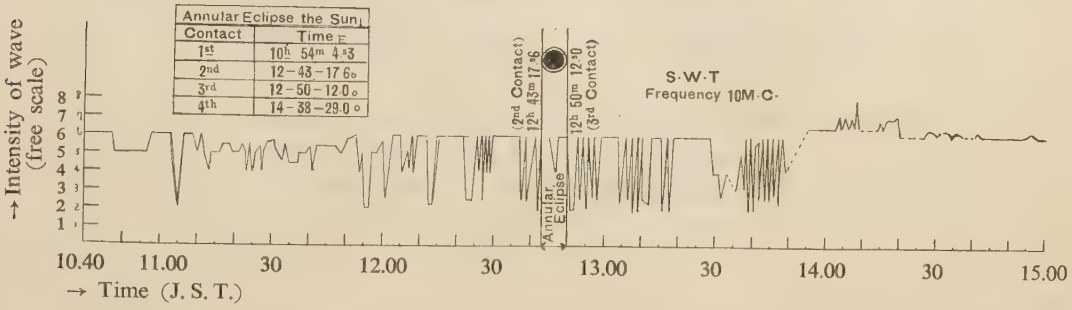


Fig. 5. Intensity of radio wave (S. W. T. 10 M.C.) received on board ship "Keiten-maru".

4. 所　　見

上述の結果を綜合してみると，皆既日食の場合には食甚時附近において感度が異常に上昇するが，その前後時においては激減し，特に後の方の減衰度が甚しい．

又金環食の場合には食甚時附近においての感度の上昇は認められないが，その前後時においての Fading 現象が大きく，特に後の方が甚しい．

これらは，いずれも夜間又は夜間近くにおける電波（短波）の伝播状況を示している．

電波伝播に関し，1925年 G. W. Pickard 氏は，日食の影響は夜の影響であることを発見発表しているが，本実験も，これを裏書きしている．

更にこの事実を裏書きするものをあげて見ると，皆既食の時には得られなかつたが，金環食の時，宝島に程近い山川電波観測所で観測された電離層の状況を見ると，F_2 層の変化は殆んど認められないが，E層の密度は食甚時頃（13時頃）に午前7時か午後5時頃の状態にまで下つて夜間近くの状態になつたことを示し，敬天丸における受信感度も大体これに応じて変化している．

以上のように皆既日食と金環日食が無線通信に及ぼす影響について，幸運にも絶好の機会に恵まれて研究を進めることができたが，結局これらの影響は磁気嵐やデリンジャー現象等による影響と異り，その程度は極めて小さなもので，現に当時受信音を直接聴取していた数人の者も感度の変化を殆んど認め得なかつた位であるから，学問上の価値は別として，通信の実用上の点から見れば，さまで問題にする必要はないのではないかと思う．

本研究に御協力下さつた長崎無線電報局，N. H. K. 鹿児島放送局，山川電波観測所，電波研究所及び敬天丸，かごしま丸の乗組員，実習学生の皆さんに深甚の謝意を表します．

文　　献

1) "Sunspots in Action"　Sir Edward v. Appleton 著
2) 太　陽　山本一清 著
3) 日　食　萩原雄祐 編
4) 無線工学　武田行松 著

金環食が船舶装備の Magnetic compass, Loran 及び Radar に及ぼす影響

源　河　朝　之

On the Influence of the Annular Eclipse upon the Magnetic Compass, Loran and Radar Equipped on Board of the Ship

Tomoyuki Genka

The following results were obtained as the consequence of observation done under teh influence of the annular eclipse.

(1) About 1° of error was observed in case of the Magnetic compass.

(2) No variation of the Loran was perceived; while an emergence of fading was recognized the cause of which being left unaccountable.

(3) Nothing unusual on the variation of the Radar.

In a nutshell, the influence of the annular eclipse upon the nautical instrument was ascertained to be too small to cause a considerable error; so it may safely be said that it has almost no disturbing influence on the ship's voyage.

1　緒　　言

金環食が船舶装備の Magnetic compass. Loran 及び Radar に如何なる影響を及ぼすかについては，まだ発表がないので，筆者は 1958 年 4 月 19 日 土噶唎郡島の宝島北端（29°-9.′3N 129°-12.′6E）に於て，10^h-54^m-40^s（第 1 接触）より 14^h-39^m-28^s（第 4 接触）（筆者が敬天丸に於て観測した 日本標準時間．第 2 接触 12^h-43^m-18^s．第 3 接触 12^h-50^m-12^s）までの食甚時に，本学練習船 敬天丸（総噸数 265 噸，500 馬力 1 基）装備の Magnetic compass（TKS. 及び NKK）．Loran（TKS Sperry type Mark 2 Mod 2）及び Radar（TKS. MR 30）に如何なる変化を生ずるかについて観測したのでその結果について述べる．

2　観測結果と考察

(1) Magnetic-compass

敬天丸装備の Standard compass（NKK），及び Steering compass（TKS）について，第 1 接触の 1 時間前より第 4 接触の 1 時間後に至る約 3 時間，大凡 15 分置に Azimuth circle（TKS），によつて慎重に目標の Compass bearing を測定したら（Fig. 1 参照）Table 1，Table 2 の様な結果となり，Fig. 3 で見られる様に約 1° 弱の自差の変化を認めた．

観測の際太陽に比較的大きな黒点を認めたので（Fig. 2 参照）黒点が食甚によつて掩蔽される時間も観測したら，黒点の掩蔽後に誤差の変化を認めた．（Fig. 3 参照）

別に陸上に於ても Magnetic compass に対する影響について観測した．小型 Compass（NKK）を陸上に設置して Compass の北を Lubbers point に一致させその変化を 15 分毎に観測したが，変化は認められなかつた．

上述の観測から，陸上に於ける Compass の変化は認められなかつたのに船舶装備の Compass では，Steering compass で約 1° 弱の自差の変化が認められたが観測誤差も若干含まれると考えられる．しかしながらその原因については明らかでない．Standard compass については船首方位が同一でないので，正しい自差の変化は出ないが，その中で同一船首方位附近の自差が変化して居る事より，自差の変化が推察出来る．また上記の変化は金環食附近を中心として起る事が認められた．尚，黒点の掩蔽にも或は関係があるのではないかとも思われる．

太陽が地磁気に及ぼす影響については，多くの学者の研究によつて次第に明らかになつて来たが，金環食が航海計器に及ぼす影響についてはまだ確証されていないので，既述の自差変化の原因については，今後の研究にまつところが多い．

Table 1. Values of observation by the Standard compass.

Time	Ship's head	Mag. B'g.	Comp. B'g.	Dev.
19th, April h m				
10.25	S 87°E	N63.8°E	N63.0°E	0.8°E
10.45	S 81 E	〃	N63.0E	0.8E
11.00	N83E	〃	N63.5E	0.3E
11.15	S 78E	〃	N63.5E	0.3E
12.10	S 73E	〃	N63.5E	0.3E
12.20	S 86E	〃	N63.5E	0.3E
12.40	S 78E	〃	N63.0E	0.8E
12.50	S 78E	〃	N64.5E	0.7W
13.00	N85E	〃	N64.2E	0.5W
13.30	East	〃	N64.0E	0.2W
14.15	S 80E	〃	N63.5E	0.3E
14.30	S 82E	〃	N64.0E	0.2W
14.45	S 80E	〃	N64.0E	0.2W

Remark: The adopted time is J. S. T..

Table 2. Values of observation by the Steering compass.

Time	Ship's head	Mag. B'g.	Comp. B'g.	Dev.
19th, April h m				
10.55	ESE (S67.5E)	N63.8°E	N67.0°E	3.2°W
11.15	〃	〃	N67.0E	3.2W
11.40	〃	〃	N67.0E	3.2W
11.54	〃	〃	N67.0E	3.2W
12.05	〃	〃	N67.0E	3.2W
12.20	〃	〃	N66.8E	3.0W
12.30	〃	〃	N66.4E	2.6W
12.44	〃	〃	N66.2E	2.2W
12.50	〃	〃	N66.4E	2.6W
13.20	〃	〃	N66.7E	2.9W
13.40	〃	〃	N66.8E	3.0W
14.00	〃	〃	N66.9E	3.1W
14.18	〃	〃	N67.0E	3.2W
14.30	〃	〃	N67.0E	3.2W
14.40	〃	〃	N67.0E	3.2W

Remark: The adopted time is J. S. T..

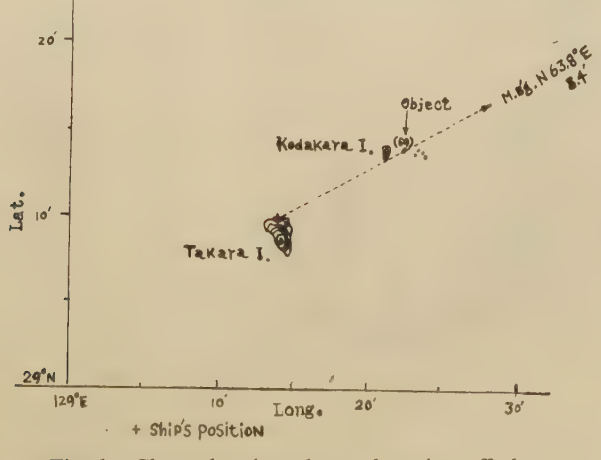
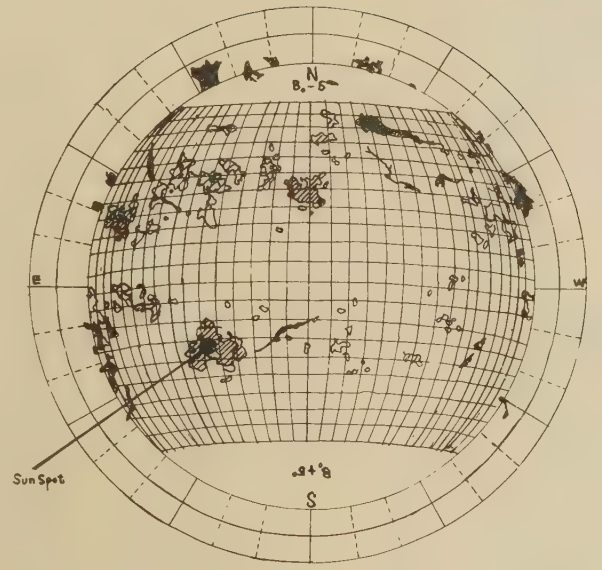


Fig. 1. Chart showing observed station off the Takara island.

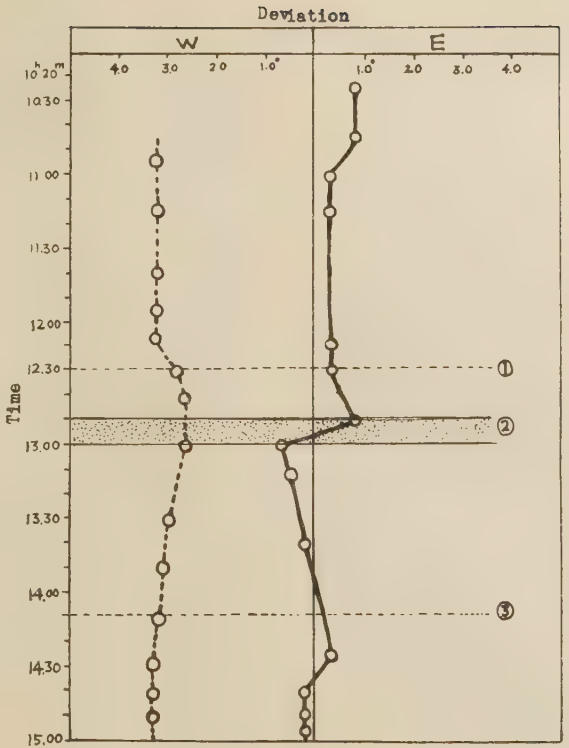


Tokyo Astronomical Observatory Map of the Sun.

Apr. 19, 1958 R=161

K_{2-3}	Flocc	$00^h4\ 8^m$
H_α	Filam	$18^d23^h\ 00^m$
H_α	Prom	$18^d23^h\ 00^m$
5303	Corona	$—^h\ —^m$

Fig. 2. Map showing position of the sun spot in April 19th 1958.



—○— Standard compass.
---○--- Steering compass.
①… The sun spot was hided.
②… Area of the annular eclipse.
③… The sun spot was peeped.

Fig. 3. Change of the deviation under the annular eclipse.

(2) Loran

Loran については時刻から考えて地表波の測定になるので，影響はないものと考えたが或は他に何等かの原因による影響がないとも云えないので観測する事にした．Magnetic compass の場合と同様に，18日，19日の2回にわたつて，金環食時の前後約3時間，15分毎に敬天丸装備の Loran によつて* 2H4，と **2H3 の地表波を測定したら Table 3, Table 4 に示した様な結果を得た．測定に際しては Loran の調整を点検し，電源電圧は

Table 3. Measured values of the Loran at April 18th.

Time \ Loran station	2 H 4	2 H 3	Voltage	Summary
	Value	Value		
h m			Vol.	
11.00	3191	3749	115	The image condition was very good.
11.15	3191	3749	〃	〃
11.30	3191	3749	〃	〃
11.45	3191	3794	〃	〃
12.00	3191	3749	〃	〃
12.15	3191	3749	〃	〃
12.30	3191	3749	〃	〃
12.45	3191	3749	〃	〃
13.00	3191	3749	〃	〃
13.15	3191	3749	〃	〃
13.30	3191	3749	〃	〃
13.45	3191	3749	〃	〃
14.00	3191	3749	〃	〃
14.15	3191	3749	〃	〃

Remark: Weather bc. Wind direction NW. Wind power 4. Air temperature 23.1°C. Water temperature 22.4°C.

Table 4. Measured values of the Loran at April 19th.

Time \ Loran station	2 H 4	2 H 3	Voltage	Summary
	Value	Value		
h m			Vol.	
10.30	3191	3749	115	The image condition was very good.
10.45	3191	3749	〃	〃
11.00	3191	3749	〃	〃
11.15	3191	3749	〃	〃
11.30	3191	3749	〃	〃
11.45	3191	3749	〃	〃
12.00	3191	3749	〃	〃
12.15	3191	3749	〃	〃
12.30	3191	3749	〃	〃
12.45	3191	3749	〃	〃
13.00	3192	3751	〃	Fading was observed about 3 minute.
13.15	3191	3749	〃	The image condition was very good.
13.30	3191	3749	〃	〃
13.45	3191	3749	〃	〃
14.00	3191	3749	〃	〃
14.15	3191	3749	〃	〃

Remark: Weather bc. Wind direction ESE. Wind power 3. Barometer 1017.0 mb. Air temperature 21.2°C. Water temperature 22.0°C.

* 2H4: Master station, Nomaike. Slave station, Okinawa. Frequency of wave, 1850 kc. Pulse recurrence rate, 29.600 μs.

** 2H3: Master station, Nomaike. Slave station, Fuzan. Frequency of wave, 1850 kc. Pulse recurrence rate, 29.600 μs.

測定毎に 115 Vol. AC. を確認した. Antenna は準備観測の際, 無線電信用 Antenna (水面上約 9.5 m. の水平 Antenna) を Loran antenna として併用し測定したが, 受信感度が悪く雑音が多いため, Vinyl code で高さ約 13.5 m. の垂直 Antenna を用いたら, 受信感度が増大し雑音も消えたので, 測定には此の Antenna を使用した. 尚, 観測点から各局までの概略距離は次の通りである.

野間池……143 Mile, 沖縄……190 Mile, 釜山……360 Mile

観測結果について述べると, 18 日の測定では, 映像群鮮明で安定し測定値の変動は見られなかつたが, 19 日の測定中 13^{h}-30^{m} の測定で, 従局の映像が約 3 分間不安定となり Fadaing が現われたので, (回転する様に) 平均測定をしたら, Table 4 に示す様な誤差を生じたが間もなく安定状態に復した. その際電圧には異状はなかつたし, また Loran には衝撃等は与えていないのでその原因については明らかでない.

考察の結果, 金環食時における Loran の地表波測定には影響がないものと思われる. 測定値によつて位置の線を検討したら, 陸上物標による船位, 及び Radar による船位と殆んど一致し位置は正確であつた.

(3) Radar

Radar の映像には金環食の影響はないものと予想して, 敬天丸装備の Radar によつて随時 (10 分～15 分に 1 回位) 観測して見たが, 予期した通り異状はなかつた.

3 結 び

天文諸現象が突発的に航海計器に影響を及ぼすとなると, 操船者は航海中不安を感ずるのは当然であるので, その一端として金環食時に於ける観測を試みたのであるが, 観測結果からは, 影響を受けるとしても実用上大きな支障は無いと云う事が出来る. ただ, Magnetic compass については, 陸上観測では影響を受けないのに, 船上では若干の影響があつた事に対する原因については判然としないので今後の研究にまつことが多い.

終りに, 御助言を賜わつた本学部高橋教授, 皆元教授, 天文資料を提供下さつた東京天文台の長沢氏, 及び御斡旋の労を賜つた熊本大学小貫助教授, 観測に御協力下さつた敬天丸航海士各位に対して, 深謝の意を表する.

文 献

1) 中村左衛門太郎: 地球物理学新講 1949
2) メ ン ゼ ル: 我等の太陽 1951
3) 宮 本 正 太 郎: 天文学総論 1952
4) 山 本 一 清: 図説天文学講座 Ⅲ 1952
5) オルタクレシンショウ・山本一清: 目で見る天文学 1955
6) 東京計器製造所: スペリー式ロラン取扱説明書
7) 〃 : マリンレーダー取扱説明書

鹿児島県海岸温泉について

高　橋　淳　雄

A Note on the Hot Springs near the Sea Coast in Kagoshima Prefecture

Tadao TAKAHASHI

The origins of chlorine contained in the waters emitted from the hot springs near the sea coast in Kagoshima Prefecture are discussed, on the bases of the amounts of chlorine, the deviations from the relative amounts of five major constituents of the sea water, and the hydrostatic pressure equilibrium. They are attributed to the present sea water, the sea water enclosed underground in the geological age, and the volcanic processes.

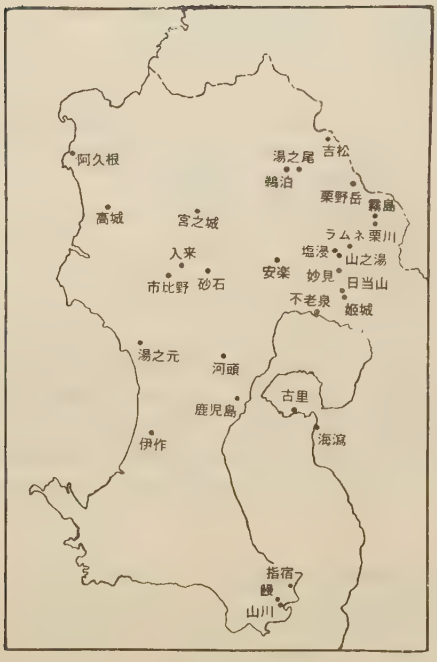
1. 鹿児島県下温泉の概観

鹿児島県下には約30の温泉群があるが，これらの温泉水の化学成分は，鹿児島県温泉分析成績（1954）[1] 及び鹿児島県温泉誌（1939）[2] によつて知ることが出来る．これらの位置は第1図，泉温と Cl イオン量とは第1表に示す如くで，海岸に近い（約1km以内の）温泉は Cl が多量に含まれて居り，海岸温泉への海水の混入を暗示している．海水の混入は泉温を低下せしめると予期されるが，指宿温泉中 Cl＝7.27 g/L の摺カ浜温泉は 81°C であり，県下第2の高温である．又，阿久根温泉中の天津（俣吉）温泉は Cl=21.63g/L で現海水より Cl 量が多く，而も泉温 43°C を示すから，現海水の混入とは考えられない．海岸からかなり遠い入来，霧島温泉にも Cl>1g/L のものがある．以上の諸事実により，海水の混入は海岸に近い場合に可能性の多いことが分るが，海岸からの距離のみでは判定できないことも明かである．

第　1　表

温泉名	泉温(°C)	Cl (g/L)	温泉名	泉温(°C)	Cl (g/L)
安楽	46～56	0.0001～0.0002	湯之尾	74	0.523
妙見	41～48	ca. 0.0001	鰐口泊	65	0.532
霧島川内	46～77	0.000001～1.026	栗野松岳	46～63	0.001～0.099
栗野	70	0.474	日当山	100	0.035
日当山	43～46	0.073～0.090	姫浸	51	0.178
姫城野	46～59	0.074～0.102	市来ネ	35	0.138
市来比之	48～52	0.019～0.028	湯之湯	50	0.121
湯元頭	26～67	0.022～0.335	*鹿児島市	41～53	0.282～7.964
河内来	38	0.022	*古里	46～53	1.880～2.907
入作	46～56	1.184～1.489	*海潟	41～49	0.011～5.653
鰻	95	0.018	*指宿	42～81	0.789～7.433
伊作城	51～62	0.053～0.109	*山川	53～61	3.190～5.807
高城	46～50	0.011	*阿久根	41～45	14.701～21.628
宮之城	40～51	0.014～0.134	*不老泉	51	17.471
砂	54	0.214			

* 海岸より 1km 以内.



第　1　図

2. 海水混入の判定

温泉水中の溶解物質として比較的多量の塩素の存在することは周知の事実であり，この塩素の起源が火山性であることも一般に認められている．しかし地質時代に於ける海陸変動によつて地層にとじこめられた海水，所謂化石水，或は現存する海に起源を有する塩素の溶存も，既に多くの海岸温泉に於て知られており，かかる場合には周辺の温泉の Cl 量に比して Cl 量が特に多い.[3] 既述の通り，単に Cl 量のみを以て海水の混入を判定することは困難であるので，その一つの方法としての瀬野[1] の導入した化学成分比の偏差及び偏度を利用することとする．瀬野は海水中の主成分組成比が，総塩分量の如何に拘らず不変なる点に着目し，6 つの主要成分 Cl, Na, SO_4, Mg, Ca, K をとりあげ，温泉に於て Cl 量に対する他の 5 成分の比を%で出し，この成分比(%)と海水中の同様な比(%)との差を偏差(δi) と名づけ，偏差の絶対値の和$\left(\sum_5 |\delta i|\right)$を偏度($\delta$)と名づけている．海岸温泉の成分比の偏差及び偏度の数値は，前記の分析資料から計算することが出来る．又，現海水の定常的混入については，静水圧平衡によつて吟味可能である．以下このような方法によつて各温泉群毎に海水混入様式を論ずる．

3. 阿久根温泉

偏差及び偏度は第 2 表に示す如く比較的小さく，温泉成分比は海水成分比とよく似ている．しかし Cl 量が海水より大なるものあり，現代海水の混入とは考えられない．泉温と Cl 量との間に関係はありそうもないから Cl 源は温泉熱源とも別と考えられる．

第　2　表

温泉名	泉温(℃)	Cl (g/L)	δ_i					δ
			Na	Mg	Ca	K	SO_4	
鶴之湯	42	20.88	−4	−6	+6	+9	−8	33
高松	41	14.701	−3	−1	+6	0	−4	14
玉井	45	17.457	+3	−6	+4	+2	+3	18
天津(俣吉)	43	21.628	+2	−5	+4	+2	−5	18

Na の成分比が海水より大なるものがあり，又，K, Ca のそれは海水より大きい．而も SO_4 は海水より小なるものもある．このことは重炭酸根の存在を示し海水成分以外即ち火山性源又は有機物源を暗示する．

4. 鹿児島市温泉

前節の場合と同様，偏差及び偏度は第3表に示す如く比較的小であり，Cl 量と泉温との間に明瞭な関係はない．穿堀深度は 600 m 前後である．Cl 量はすべて海水より小であるから現代海水の混入も考えられる．しかし鹿児島温泉（旧）跡でポンプ揚水により Cl＝21.984 g/L なる低温水（23°C）が現われたことがあり，この事実は現代海水の侵入によるとは考えられず，地下に地質時代の海水の濃縮されたものが封じられていることの可能性を暗示する．然らば本邦が地質時代に海水を濃縮した様な時代があつたかどうか．太泰，野口等[5]の油田水の分析結果によつても今日まで未だ海水より多い Cl 量を含有する油田水はない．従つて鹿児島温泉や阿久根温泉の Cl 源の全部を古代海水に帰することは難しい．この点は将来の研究にまたねばならない．

第 3 表

温泉名	泉温(°C)	Cl (g/L)	δ_i Na	Mg	Ca	K	SO_4	δ
鹿児島（旧）	45	3.508	− 8	− 2	+ 5	+12	− 8	35
天保山	46	6.056	− 2	− 5	+ 2	+ 8	− 9	26
鶴ケ崎	41	7.964	− 2	− 6	+ 2	+ 4	−13	27
竹迫	44	4.424	0	− 5	+ 2	+ 2	−11	20
千歳（新かごしま）	43	1.214	−10	+ 1	+ 6	+ 4	− 9	30
山之口	42	0.282	+16	0	+ 3	+20	0	39
塩屋（錦江）	49	4.884	+ 2	− 4	− 1	+ 9	−10	26
* さつま	50	3.316	+ 1	− 3	+ 2	0	− 3	9

* 1954年 分析.

SO_4 イオンが少く Na 及び K の成分比が海水より大きいものがあることは，海水以外の成分の附加を示す．本邦温泉では K, Mg は特に少いのが一般であつて，K の多いものは特に火山性源又は地下岩石よりの溶出を期待しなければならない．

5. 不　老　泉

現在は低温化したが Cl は甚だ多く，Cl＝17.47 g/L に及んでいる．この Cl の多いことと海岸に近いことから海水源を推定できるが，第4表に示す如く δ は 63 で稍大きく，成分比は海水とかなり違つている．特に K が異常に多く（5.00 g/L）本邦他府県に於ける最高の値 4.11 g/L（有馬天神湯）を越えている．Na は海水に比して著しく少い．一般に K は岩石中には少く，而も K は溶液中にあつても Na 岩石と接しているとイオン交換を行つて Na が溶出することは Dittlich[6] の実験で示されている．故に今の場合は K は温泉水中固有成分（KCl）として来たものと見做すべきである．このことは有馬温泉にもあてはまると考えられる．

第 4 表

温泉名	泉温(°C)	Cl (g/L)	δ_i Na	Mg	Ca	K	SO_4	δ
不老泉	51	17.471	−17	−6	+1	+27	−12	63

6. 海 潟 温 泉

第5表に示す如く Cl の特に少いものは 55 mg/L であり，多いものは 6 g/L に近い．而もこれらの温泉は何れも海岸に近く（50m 以内）且つ互に接近（150m 以内）している．

第 5 表

温泉名	泉温(℃)	Cl(g/L)	δ_i Na	Mg	Ca	K	SO_4	δ
*紅葉館 3号	48	0.055	+90	− 4	− 2	+ 1	+40	137
*〃 2号	48	2.403	+ 3	− 5	+ 5	+ 1	− 2	16
*江の島	49	0.078	+53	− 3	+ 3	+ 3	+17	79
*海潟荘	47	4.034	+10	0	+ 5	0	− 1	16
*海楽園 3号	41	5.653	+ 8	− 6	+ 3	0	− 2	19
*桜州館 3号	41	0.758	+ 3	0	+ 2	+ 2	+ 1	8
〃 1号	46	1.173	−12	− 3	+ 6	+11	+ 2	34

* 1954年 分析.

穿掘深度は 150～240m，湧出口高 1.5～2.0m で泉温も相近い．Cl の少いものは海水混入前の温泉と考えられるが，Cl 量と泉温とは無関係の様である．即ち温泉群全体として，海水の混入と共に泉温の降下してゆく温泉系列でなく，又 Cl 量の多い高温温泉に冷地下水が混じてゆく温泉系列でもない．δ の値は種々雑多であつて，このことは温泉の湧出までの通路に於て海水や地下水が異なる様式で混じた結果と見做すべき上に，火山性源の Cl も入つていると考うべきであろう．従つて狭い地域に複雑な地下の相があることを示していると考えられる．この様な例は本邦に於て比較的少く，この究明は温泉研究の一つの鍵となると予期される．

海水が定常的に混入する為には，海水混入の深さの海底に於て，海水圧は温泉水圧より大でなければならない．即ち海水混入の深さを Z，海水及び温泉水の平均密度を夫々 ρ_s, ρ_h，湧出口の海抜を a，重力加速度を g とすれば，

$$\rho_s g Z > \rho_h g (Z + a)$$

が成立すべきである．従つて

$$Z > \frac{a\rho_h}{\rho_s - \rho_h}$$

となる．只今の場合，$\rho_h \fallingdotseq 1.006$, $\rho_s \fallingdotseq 1.025$, $a = 1.5 \sim 2.0$ (m)，であるから

$$Z > 79 \sim 106 \text{ (m)}$$

となる．鹿児島湾底最深は 237m であるから現在海水の混入の可能性は十分である．

7. 古 里 温 泉

新旧温泉の分析で第6表の如く Cl 量は減少し δ は大きくなつている．これは位置によ

第 6 表

温泉名	泉温(℃)	Cl(g/L)	δ_i Na	Mg	Ca	K	SO_4	δ
古里（桜島荘）	46	2.907	0	−2	+2	+8	+ 2	14
*新古里（桜岳荘）	53	1.880	+6	0	+8	+4	+11	29

* 1954年 分析.

る差異と考えられる．湧出口の高さは満潮海面より低く，特に新古里温泉は深度 8 m で水位は満潮海面下 7 m であり，平均海面より低いから海水はどの深さからも混入し得る．

地下水が地温（高温岩石より伝導する熱）によつて加熱されることによる温泉の生成は，岩石の熱伝導率の小さい故を以て，一般には認められない．然し桜島のように新しい熔岩の溶出する可能性の多い所では，高温熔岩の中を地下水が流動して来る時には温泉の生成されることが予期される．古里温泉はこの様な生成過程の可能性が充分あると思われる．今後の好個の研究方向と考える．

8. 指宿温泉，山川温泉

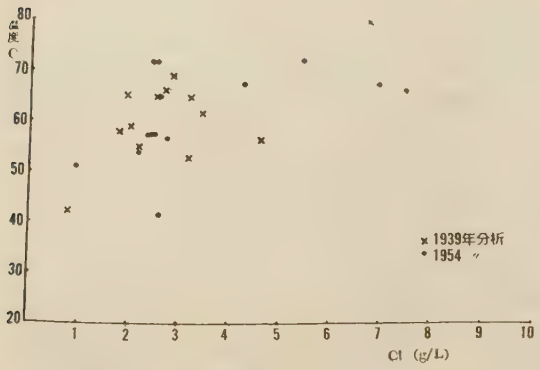
指宿温泉群には，海岸のすぐ近くにある摺ケ浜，湯の里，潟口の群と，海岸から約 1～2 km 離れた弥次ケ湯，二月田，柴立の群がある．穿堀深度は比較的浅く 5～100 m で，多くは 30～40 m である．第 7 表に示す如く，Cl 量は大体に於て上記温泉群の順に少くな

第 7 表

地区	温泉名	泉温(℃)	Cl (g/L)	δ_i Na	Mg	Ca	K	SO_4	δ
摺ケ浜	元町営	65	2.147	−11	− 5	+ 9	+18	−10	53
	*清見	72	2.530	− 1	− 6	+ 6	+ 2	−10	25
	*観光ホテル	69	6.903	− 7	− 4	+ 7	+ 7	− 6	31
	*砂浴場	蒸気	7.433	− 3	− 5	+ 7	+ 2	− 7	24
	摺ケ浜株式	81	7.272	−15	− 3	+13	+ 7	− 8	46
	*四郷共同	68	7.411	− 8	− 6	+ 9	+ 8	−10	41
	*旧湯	73	5.474	− 5	− 6	+ 8	+ 4	−10	33
	林元（摺ケ浜新湯）	62	3.691	−23	− 5	+18	+16	−13	75
	*新湯	68	4.242	− 6	− 6	+10	+ 2	−10	34
湯の里・潟口	*海翠園	58	2.438	− 8	− 5	+11	+ 3	−10	37
	*浜田	58	2.444	− 8	− 5	+11	+ 3	− 9	36
	高田	69	3.337	−10	− 6	+ 7	+ 9	−11	43
	*清風館	58	2.425	− 8	− 5	+11	+ 3	− 6	33
	三節	58	1.981	− 8	− 5	+11	+ 4	−11	39
	*菊屋	42	2.600	− 3	− 3	+ 6	+ 1	− 7	20
	*西	72	2.448	− 3	− 5	+ 6	+ 5	− 8	27
	*田原迫	54	2.213	− 3	− 6	+ 7	+ 4	− 9	29
	*指宿荘	51	0.927	− 6	− 5	+10	+ 4	− 7	32
	東郷(村の湯)	65	2.615	− 5	− 6	+11	+ 9	0	31
	朝日	66	2.936	−11	− 6	+13	+13	−11	54
	*前之園	57	2.721	− 5	− 6	+ 9	+ 4	−10	34
弥次ケ湯		55	2.438	−16	− 5	+17	+13	− 8	59
二月田		59	2.755	− 8	− 5	+ 8	+10	− 8	39
柴立		42	0.861	−11	− 4	+15	+ 8	− 3	41
山川	田村	61	4.034	−11	− 4	+ 9	+ 8	−11	43
	大村	57	5.807	− 4	− 5	+ 6	+ 5	−12	32
	吉峯	53	3.583	− 4	− 6	+ 7	+ 7	−13	37

* 1954 年 分析.

り，泉温も大体に於て同じ順に低くなつている．故に泉源は摺ケ浜の海にある如く推定される．鹿児島湾をカルデラと見做し得るならば海中に高温温泉源を仮定しても無理ではない．成分比は海水のそれに近いが，Cl 量の多いもの程高温（第 2 図）であることは，高



第　2　図

温温泉源への冷海水の混入が先立つて然る後に各温泉群に分れて湧出していることを示している．各成分偏差及び偏度は各温泉群によつて特に相異していない．Kの成分比が大きいことは前数節に述べた場合と共通した性質である．尚，新分析が旧分析に比して特に顕著な相異はなく，強いて云えばNaが増しKが減少している様にも見えるが，地層中に於けるイオン交換があつたとは認められない．

摺ケ浜温泉の湧出口高は平均海面から3～7 mで $\rho_h \fallingdotseq 0.988$ とすると，海水混入の深さは，$Z > \frac{(3\sim7)\times 0.988}{1.025-0.988} = 80\sim187$ m となる．又，二月田，柴立は湧出口高は夫々20m，30mであるからこれらの場合は海水混入の深さは夫々530m，800m となる．鹿児島湾の最深は237m で現海水が浸入するためには海底深く浸透してからであり，然るときは海水もかなり温度は上昇するかも知れず，上の計算の ρ_s は小となり混入深度は更に深いことになる．従つて現海水以外の Cl 源も存在すると考えられる．

山川温泉は指宿温泉と同様である．

9. 湯之元温泉

この温泉群は，泉温高く Cl 量の多いものと，泉温低く Cl 量の少いものとの2群に分ち得ることは，偏度を示した第8表からも分る通りであり，前者の周辺に後者が位置して

第　8　表

温泉名	泉温(℃)	Cl (g/L)	δ_i					δ
			Na	Mg	Ca	K	SO_4	
*元湯	49	0.022	+313	− 4	+19	+49	+180	565
*打込湯	43	0.030	+224	− 6	+11	+31	+120	392
*福之湯	40	0.033	+117	− 2	+36	+18	+177	350
*新湯	67	0.116	+ 79	− 6	+ 6	+26	+ 44	161
*満州館	65	0.118	+ 89	− 6	+ 8	+ 9	+ 44	156
*上床湯	56	0.131	+ 62	− 7	+ 6	+12	+ 33	120
*錦竜館	58	0.123	+ 79	− 6	+ 4	+16	+ 36	141
*康生寮	65	0.118	+ 86	− 7	+ 9	+23	+ 53	178
*観光ホテル	62	0.131	+ 78	− 6	+ 6	+14	+ 38	142
*田之湯	44	0.114	+123	− 7	+ 6	+31	+ 49	216
*東（川荘）	43	0.026	+ 60	− 4	+19	+16	+ 27	126

* 1954年 分析.

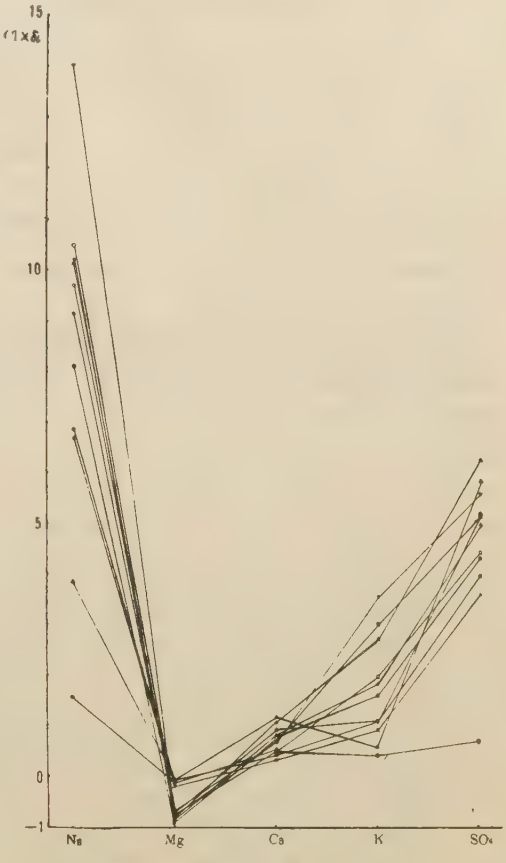
いる．δ の値は何れも甚だ大きく（100 以上），特に Cl 量の少い群では δ が大きい．しかしながら $\delta \times$Cl の値はほぼ近似した値となり（唯1つの例外川荘を除き 12～25），従つて海水成分を差引いた時両方の群の水系は同一であると察せられる．

海岸からは約 2.5km 離れて居り，又現海水混入深度は 1000m 以上（湧出口高海抜 30～35m）になるから，現海水の混入が多いとは期待できないが，しかし現海水の混入を考え

られない理由はない．第3図は，Cl量を海水源によると見做して海水成分を差引いたものであり，二つの群を同一水系と見做すべきことを示している．従つて泉温低くCl量の少い群は地下水の混入の多いものと考えられる．

10. 海岸より遠い温泉

海岸より遠い温泉群は一般にCl量は小で，海水混入の可能性は少く，地質時代にも海水混入はあまりなかつたと考えられるが，霧島温泉に於てCl>1 g/Lのものがあり，又1954年の分析に於てもCl量の多い(580, 632mg/L)ものがあり，栗川温泉もCl量が多い(474 mg/L)．これらの偏度は第9表に示す如く44, 45, 46で稍大きく，海水源と見るには稍遠い様ではあるが，しかし指宿温泉にもこの程度の偏度のものはかなりあるので，今の場合も海水源でないとは云い切れない．



第　3　図

11. 要　　約

鹿児島県海岸温泉を，海水混入の如何を主として調査した．Cl量の多少，泉温との関係，成分比の偏度，静水圧平衡を根拠として以下の如き結果が導かれた．

第　9　表

温泉名	泉温(℃)	Cl(g/L)	δ_i					δ
			Na	Mg	Ca	K	SO_4	
*霧島・殿湯	64	0.580	−11	− 6	+11	+11	− 7	46
*　〃　・二見湯	60	0.632	−18	− 6	+ 6	+ 4	−10	44
*栗　　川	70	0.474	−19	− 4	− 1	+18	− 3	45

* 1954年 分析.

海岸に近い温泉はすべて海水混入があり，Cl量が甚だ多く，且つ成分比は海水に類似して居り，その偏度は小さい．但し海水混入の様式は各温泉群によつて相異している．海潟温泉，古里温泉は現海水の混入で説明されるが，阿久根温泉，鹿児島市温泉，指宿温泉は，地質時代の封入海水の混入或は火山性源も考えられる．海岸から離れた湯之元温泉，霧島温泉にも海水混入の疑がある．尚すべて以上の温泉は海水比以上のKを含有していることも注目される．

以上の考察は海岸に近い温泉に Cl 量が多いという事実に着目し，主としてこれを海水源と見做したのであるが，もし海岸からの遠近を論ぜず，すべて Cl 源は火山性であると考えれば如何になるか．海岸に近い温泉に Cl 量が多いという事実は，この考え方のみによれば海岸に近い火山の活動が強くて火山性の Cl を多く出したことに基くと見做すべきことになる．一方海岸から遠い場合は，火山性源の Cl 量多い温泉水が深所にあつて，水圧弱くて地上に湧出し得ず，水蒸気のみが高地に迄上昇し得る状況にあると相像できる．K の多いと云う事実は，かかる考え方に対する一つの支持を与えるが，しかし海岸に近い火山の活動が強いということは必ずしも当を得ない．従つて Cl 源は海水と火山性の両方にあると見做すことが出来る．

本研究に際し京都大学理学部瀬野錦蔵博士には懇切なる御指導を賜つた．又，本研究に使用した鹿児島県温泉分析成績（1954）は鹿児島県衛生研究所によるもので，同所長上野直彦博士は未発表の資料を貸与され研究に使用を許され，又県庁，各市役所，町役場，温泉経営者からは多数の資料を頂いた．ここに記して感謝の意を表する．

参 考 文 献

(1) 鹿児島県衛生研究所，1954：鹿児島県温泉分析成績（未印刷）
(2) 鹿児島県，1939：鹿児島県温泉誌．
(3) 吉川恭三，1954：白浜温泉の海水汚染と導管内壁への沈澱物付着，地球物理，第9巻第2号．
吉川恭三・軽部末蔵，1950：別府温泉の Cl 量分布の変動について，地球物理，第8巻第2～4号．
吉川恭三，1954：伊東温泉の含塩素と過剰揚水について，地球物理，第9巻第2号．
石川鉄弥，1953：小浜温泉の推移，長崎県立佐世保商科短期大学，研究紀要，第1集．
(4) 瀬野錦蔵，1943：温泉水中の塩分源としての海塩，地球物理，第7巻第2号．
(5) 太秦康光・西村雅吉・那須義和，1954：油田塩水の化学的研究，地球化学討論会，講演要旨．
野口喜三雄・上野精一，1954：油田の地球化学的研究，地球化学討論会，講演要旨．
(6) M. Dittlich, 1905 : Chemische Geologische Untersuchungen über "absorption-erscheinungen" bei zersetzten Gesteinen, Z. Anorg. Chemie 47, 151～162.

Hydrographical Researches in the Western Equatorial Pacific

by

Tadao TAKAHASHI

Abstract

Several hydrographical researches in the western Equatorial Pacific were made by Kagoshima-maru and Keiten-maru in 1952 and 1954–1956. A preliminary sammary of the results is presented, showing the existence and some characters of the contra solem vortex, which may be considered as the western boundary vortex between the North Equatorial Current and the Equatorial Counter Current, and some other features found from these researches.

1. Introduction

Several hydrographical researches in the western Equatorial Pacific were made by Kagoshima-maru and Keiten-maru in 1952 and 1954-1956 in connection with tuna-fishing experiments. The first research, July-August 1952, was made by the former in areas from east-northeast off the Philippines to Sawu Sea via Molucca Passage; the second one, January 1954, by also the former in Macassar Strait and Molucca Sea; the third, November 1954 to January 1955, by the latter in areas from east-northeast off the Philippines to east off Australia, crossing the equatorial currents obliquely; the fourth, June-July 1955, by the former in some scattered areas from northwest off New Guinea to Celebes Sea. The fifth research, July-August 1956, was made by the former along the meridian of 130° E from 20° N to the Equator and by the latter along 135° E

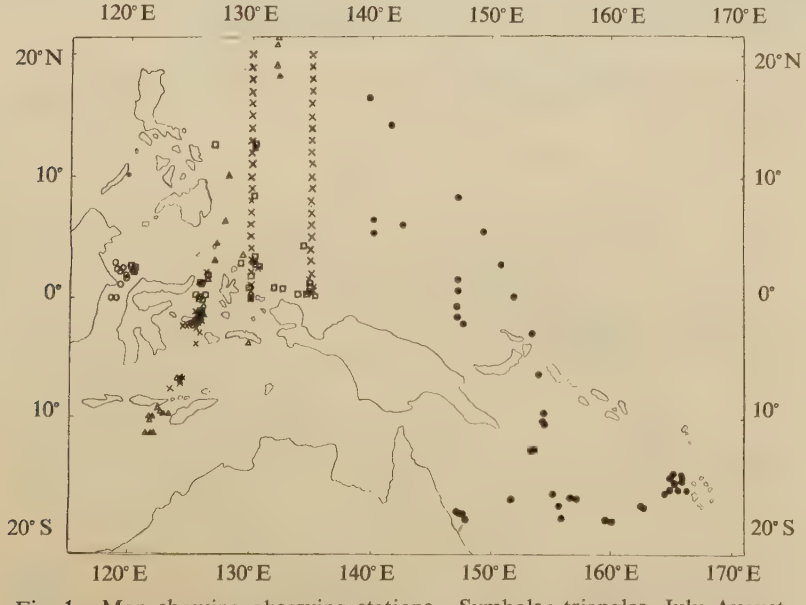


Fig. 1. Map showing observing stations. Symbols: triangles, July–August 1952; circles, January 1954; dots, November 1954-January 1955; squares, June–July 1955; crosses, July–August 1956.

within the same range of latitude, which represented the participation of Kagoshima University in EQUAPAC Program[1], and in some scattered areas in the inland seas by the two. The observing points are shown in Fig. 1. A preliminary sammary of the results obtained from these researches is presented, showing the general features of the hydrographical conditions in the region.

2. Temperature

The horizontal distribution of water temperature on the 150 m level is given in Fig. 2, disregarding possible variations with time. A cold region of distorted elliptic form is found in a area surrounding 7° N and 135° E, east off Mindanao Island, elongating to the roughly longitudinal direction. The same feature is also found on the levels up to 75 m and down to 500 m depth though somewhat less marked. This is a notable fact which has never got any special notice, though it was suggested by K. Koenuma[2] in somewhat different situation on the base of few materials. The absolute values of the water temperature about the center of this area are ca. 24, 20, 15, 10, and 7 °C at 75, 100, 150, 200, and 500 m depths respectively and the horizontal temperature gradient is very weak within the area, which is surrounded with a zone of strong horizontal temperature gradient. Outerward of this zone the horizontal temperature gradient is comparatively weak again.

Northeast off Australia, to the south of the Equator, the horizontal temperature gradient almost vanish at the depth of 150 m within this area (Fig. 2), though the lower temperature is found at the higher latitude in the layer above the depth. It must be added that a zone of higher temperature than 10° C appears around 15° S at the 500 m depth (Fig. 3).

In Banda Sea and its adjacent areas more or less irregular temperature distribution is found, which may be partly attributed to the lack of simultaneousness of observations. At the 500 m depth, however, it is seen in Fig. 3 that the temperature is higher in the eastern side in Molucca Passage and lower in the western side.

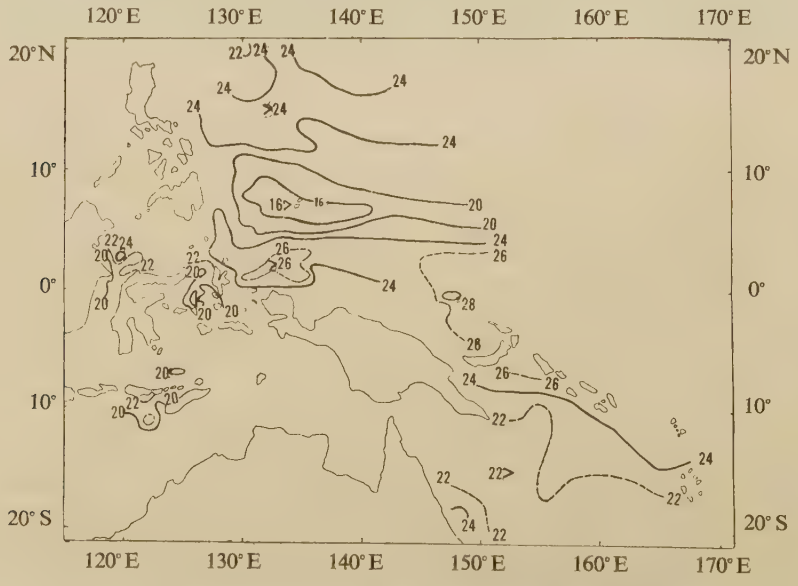


Fig. 2. Horizontal distribution of temperature on 150 m level.

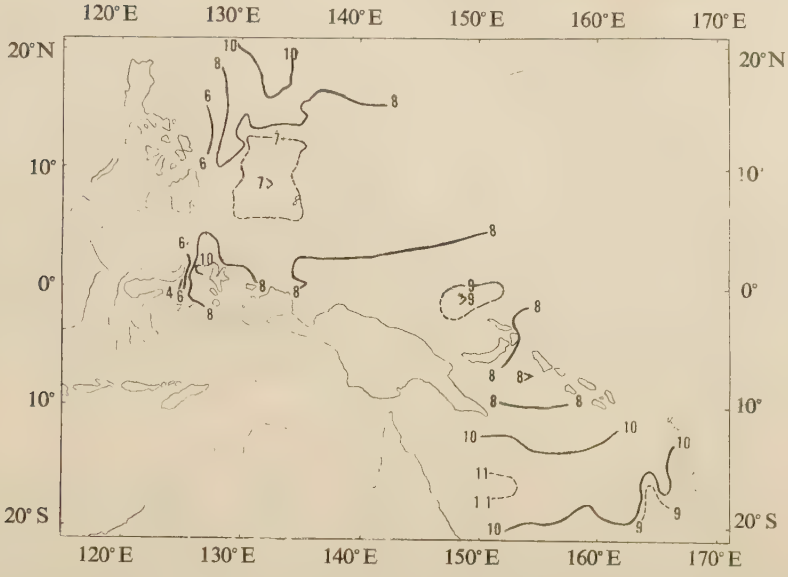


Fig. 3. Horizontal distribution of temperature on 500 m level.

3. Salinity

It is noticed in Fig. 4 presenting the horizontal distribution, disregarding possible variations with time, of salinity on the 150 m level that the region of minimum value of temperature east off Mindanao Island, stated in the previous section, is also the region of minimum value of salinity less than 34.8 ‰, suggesting the upwelling of the intermediate water. A tongue of higher salinity than 35.4 ‰ is found in areas from north off New Guinea towards Mindanao Island, to the southwestern side of the above-

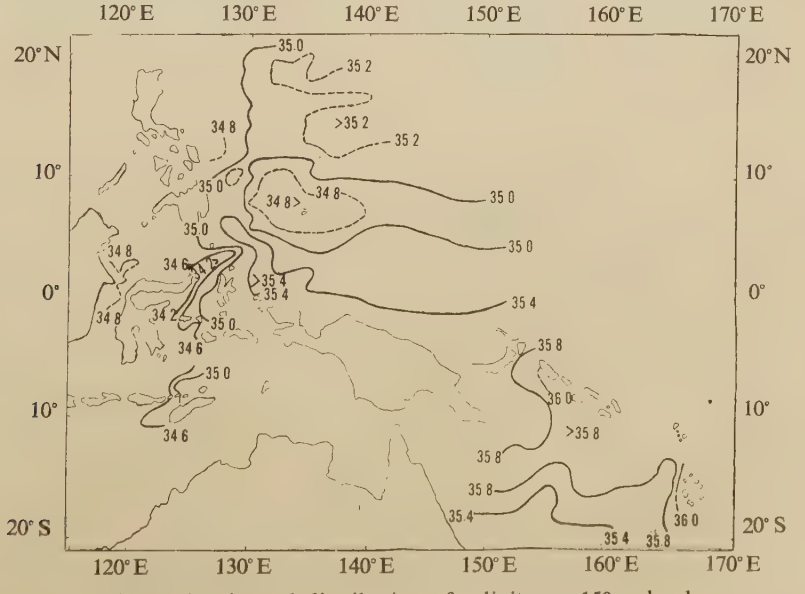


Fig. 4. Horizontal distribution of salinity on 150 m level.

mentioned area of minimum salinity. The origin of this high salinity can be considered as the waters from the southern hemisphere, though it is impossible to conclude from the figure whether mixing processes or advection would be responsible for the tonguelike distribution. The highest salinity, within the whole areas of our research cruises, of ca. 36 ‰ is found near the New Hebrides. It is seen also in the figure that the horizontal salinity gradient is remarkably strong in Molucca Passage, Flores Sea, Sawu Sea, and Macassar Strait with the higher salinity in the respective eastern side, supporting van Riel's[3] conclusion of adding the waters from Pacific into the East Indian Archipelago.

Similar characters as those stated above are also found in quality in both layers above and below the 150 m depth, though those are less marked. Surface salinity, however, is comparatively low over the whole areas and, furthermore, it is lower than 34.0 ‰ at many stations in the inland seas and about the area of minimum values of salinity and temperature east off Mindanao Island.

4. Currents deduced from Dynamic Topography

The dynamic topography of the sea surface refered to 500 deci-bar surface and that of 150 deci-bar surface are shown in Figs. 5 and 6 respectively. Similar characters are seen in the two figures in quality except for minor differences. It is deduced from these figures that the approximate current directions at any corresponding points on these two surfaces are similar in general, in spite of the existence of the thermocline between them. It is difficult from these figures to detect the Undercurrent which was found by T. Cromwell and others[4] in the central Equatorial Pacific.

The most notable feature in the figures is the existence of a contra solem vortex, east off Mindanao Island, between the North Equatorial Current and the Equatorial Counter Current, extending over a area of ca. 400 and ca. 1000 miles in meridional and longitudinal directions respectively. It may be considered as the western boundary vortex between them. Comparing these figures with Figs. 2 and 4, it is noticed that

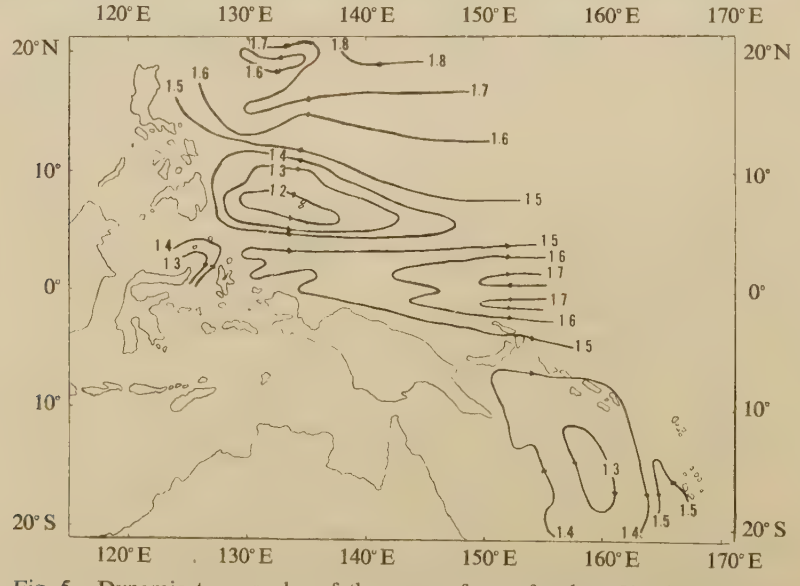


Fig. 5. Dynamic topography of the sea surface refered to 500 d. b. surface. Approximate current directions indicated by arrows.

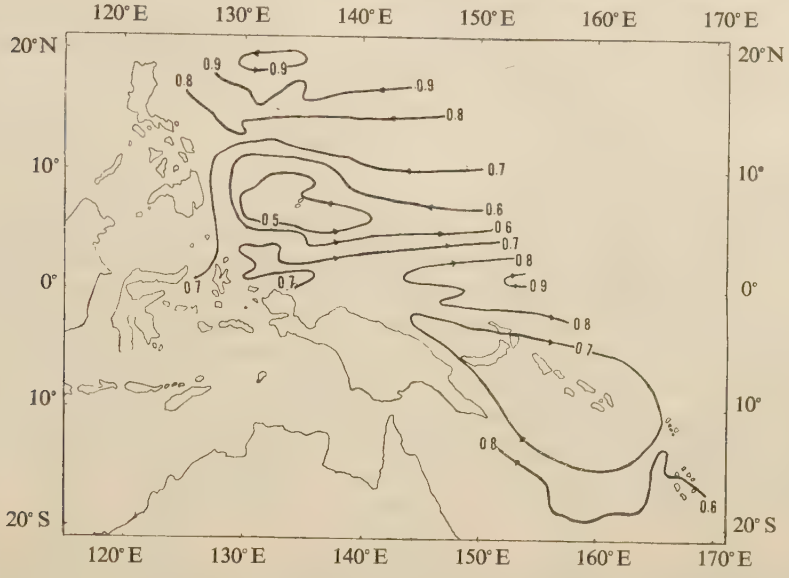


Fig. 6. Dynamic topography of 150 d. b. surface refered to 500 d. b. surface. Approximate current directions indicated by arrows.

this vortex covers the area of minimum values of temperature and salinity stated in the preceding section. The highest speed in the vortex is ca. 3 knots and is found at about 5° N in eastward flow. To the south of the vortex, the South Equatorial Current seems to hardly arrive at areas north off the western New Guinea, though high salinity of southern origin is found there, as stated in the previous section.

Another small contra solem vortex seems to exist around 19° N within the North Equatorial Current spreading over broad areas. No area can be found where the speed of the North Equatorial Current exceeds 1 knot, except for some small areas around the vortex. Another contra solem vortex with a tilting vertical axis appears northeast off Australia. The center of this vortex lies in Coral Sea on the sea surface, and around the Solomon Islands on 150 m level.

5. Temperature-Salinity Relations

Drawing and inspecting the temperature-salinity curves from the observed data of all the observational stations, these can be classified into the following five groups according to geographical areas. Examples belonging to each group are shown in Fig. 7.

(1) In the area of the North Equatorial Current, the temperature-salinity curves have a similar character to each other. Two kinds of water are clearly found between the surface water affected by the weather conditions and the deep water. The one, the upper water, is characterized by a salinity maximum at a depth about 150 m depth; and the other, the intermediate water, a salinity minimum about 500 m depth.

(2) In the contra solem vortex characterized by the horizontal minimum values of temperature and salinity east off Mindanao Island, the two kinds of water stated above are not so conspicuous as before, especially the latter almost vanishes, showing the latter's upwelling and the development of mixing processes within this area. The salinity varies slightly with depth except for the layer above 100 m depth. The deep water is similar as before.

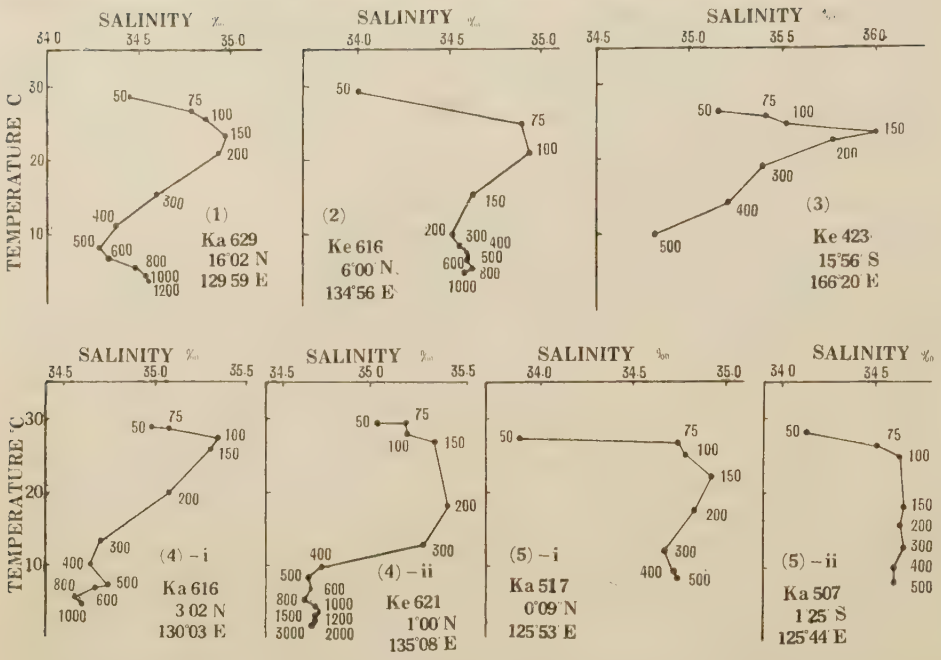


Fig. 7. Examples of temperature-salinity curves in (1) the North Equatorial Current, (2) the western boundary vortex between the North Equatorial Current and the Equatorial Counter Current, (3) Coral Sea, (4) areas north off the western New Guinea (i the western portion, ii the eastern portion), (5) Molucca Passage. Observing depths are entered.

(3) In Coral Sea and its adjacent areas, they are characterized by the quite conspicuous salinity maximum amounting to almost 36 ‰ at ca. 150 m depth. Unfortunately, the observed data in the areas are available only above the 500 m depth.

(4) North off the western New Guinea, to the south of the contra solem vortex located east off Mindanao Island, the temperature-salinity relations are somewhat different according to locality, showing transitional stages. In the western portion of the areas under consideration, they are similar considerably as those of type (2) except that the absolute values of the maximum salinity in the temperature-salinity curves of the former are much higher than the latter. In the eastern portion, the protuberance of the maximum salinity in them is more or less flatted, spreading over broad range of temperature, though the absolute values of the maximum salinity approach to those of type (3).

(5) In Molucca Passage, confused changes covering broad ranges of temperature and salinity are found in the temperature-salinity relations according to time and locality, showing the irregular situations of mixing processes in this area. They are obliged to be out of discussion in other portions of the inland seas, i. e. Macassar Strait, Flores Sea and its adjacent areas, where the observed data only above 200 m depth, unfortunately, are available except for a few scattered stations.

6. Conclusion

The following facts are found from the studies stated above:

(1) East off Mindanao Island, between the North Equatorial Current and the Equatorial Counter Current, there is a contra solem vortex, which may be considered as the

western boundary vortex between them. It is characterized by the horizontal minimum values of temperature and salinity with the vanishing intermediate salinity minimum, showing the upwelling of the intermediate water and the development of mixing processes. The maximum current velocity of ca. 3 knots is found in the eastward flow on its southern side.

(2) North off the western New Guinea, to the south of the contra solem vortex stated above, there is a protuberance of high salinity towards Mindanao Island originated from the southern hemisphere. The South Equatorial Current, however, seems to hardly arrive at the areas under consideration on the base of the dynamic topography and the temperature-salinity relations varies according to locality, showing transitional stages.

(3) Northeast off Australia, another contra solem vortex with a tilting vertical axis is found. The latitudinal change of temperature seems to vanish almost at the 150 m level, where the maximum salinity approaching to 36 ‰ prevails.

(4) In the North Equatorial Current, there is no area where the current speed exceeds 1 knot except for the areas around a small contra solem vortex located at ca 19° N. The two kinds of water, the upper water characterized by a salinity maximum at ca. 150 m depth and the intermediate water a salinity minimum at ca. 500 m depth, are found clearly.

(5) In Molucca Passage, Flores Sea, Sawu Sea, and Macassar Strait, the higher salinity is found in the respective eastern side and in Molucca Passage the higher temperature at 500 m depth is also found in the eastern side, though the temperature and the salinity varies rather irregularly in broad ranges according to time and locality in general, showing different situations of mixing processes of the Pacific waters into the adjacent waters.

References

(1) Takahashi, T., 1957: Oceanographical observations made during the international cooperative expedition EQUAPAC in July-August 1956 by M. S. Kagoshima-maru and by M. S. Keiten-maru, Kagoshima University.

(2) Koenuma, K., 1937: On the hydrography of the south-western part of the north Pacific and the Kuroshio, Mem. Imp. Mar. Obs. Kobe, 6, 279.

(3) van Riel, P. M., 1932: The Snellius Expedition, Conseil Perm. Int. p. l'Explor. d. la Mer, Jour. du Conseil, 7, 212.

(4) Cromwell, T., R. B. Montgomery, and E. D. Stroup, 1954: Equatorial undercurrent in Pacific Ocean revealed by new method, Science 119, 648.

A Note on the Pattern of the Sounding Wire in Some Hydrographic Casts

by

Masaaki CHAEN

Abstract

The patterns of the sounding wire are examined, using some of the data obtained by Kagoshima-maru in the western Equatorial Pacific. With the increasing wire length paid out, the incident angle decreases in some cases. The pattern of not all parts of the wire in a specified cast is convex to the sea surface in many cases, and the more deviation from a straight line is not always expected when the longer wire is paid out, independent of the variation of the incident angle.

1. Introduction

It is a well-known trouble that the pattern of the wire is unknown in any hydrographic cast. K. Hidaka and M. Sakata,[1] K. Hishida,[2] and K. Hata[3] discussed the pattern on the base of the observed values of depth obtained from protected and unprotected reversing thermometers, while T. Hirano[4] did on the base of the observed data of falling velocity of a messenger. These studies adopt such an assunption that all the patterns in every cast obey a respective single formula. On the other hand, K. Fukutomi[5] divided the situations into two cases, assuming (1) a vessel drifted by wind in no current and (2) a vessel drifted by current changing the velocity with depth. However, the more detailed studies are necessary, since the situations are not so simple and the individual patterns are so much various. The author examines the observed data obtained on board Kagoshima-maru in EQUAPAC and IGY cruises to get new knowledges concerning this problem. All the observing stations in the cruises are located in the western Equatorial Pacific.

2. Variation of incident angle with the increasing length of wire paid out.

In the research cruises stated above, several casts was necessary at each station to complete the observations at the international standard levels because of some troubles concerning instruments and wire winch. Besides, the number of the casts in each station and the specified observing levels in individual casts are changed for different stations, saving time consumed by petty accidents. However, they are quite same, at the 19 stations, where five casts are made for the levels down to 100, 400, 600, 800 and 1000m respectively. These cases are employed here for discussion.

It was noticed during the observations that the variations of incident angle at the sea surface (θ) with the increasing length of wire paid out (l) is not always monotonous in spite of little change of the weather and the currents. Plotting and inspecting the incident angle (θ) against the wire length (l) from the data of the 19 stations, the relations between them can be classified into three groups, as shwon in Fig. 1.

The first group showing the increasing θ with l, which coincides with the common idea prevailing implicitly among oceanographers, consists of only 9 cases among the 19. On the other hand, in the second group consisting of 9 cases among the 19, θ decreases with l between ca 400 and ca 600m, though it increases in both outer ranges above and

below. In the third group (1 case), θ decrease with increasing l for the value of l exceeding ca 100m.

These facts should be attributed to the complex current system in the subsurface layer, since the wind velocity does not vary so much during the hours of observation at a specified station. Many cases belonging to the second group are based on stations located in the South Equatorial Current, where the current directions in the surface and the subsurface layers are opposite to each other, as stated by T. Takahashi.[6] It must be added that large incident angles of 40~60° are observed in some cases, when light wind of ca 3 m/sec prevails (St. Ka 809, Ka 810, Ka 811).

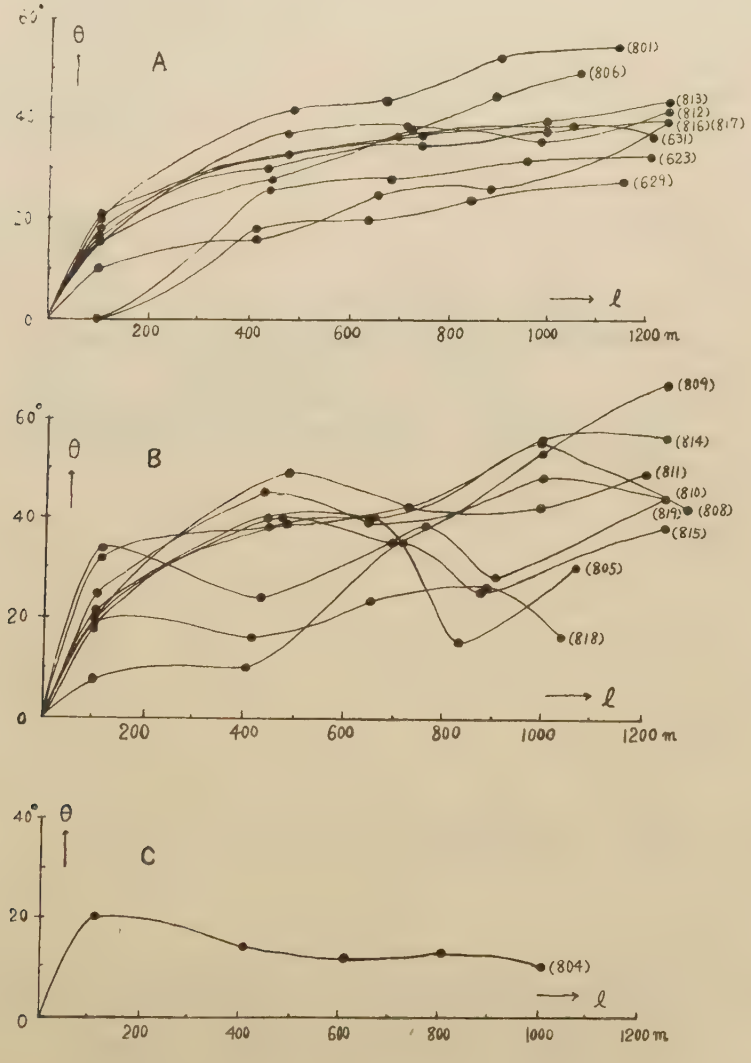


Fig. 1. The variation of the incident angle at the sea surface, θ, with the increasing length of wire paid out, l, in each station. Station number indicated in a bracket. (A), the first group; (B), the second; (C), the third.

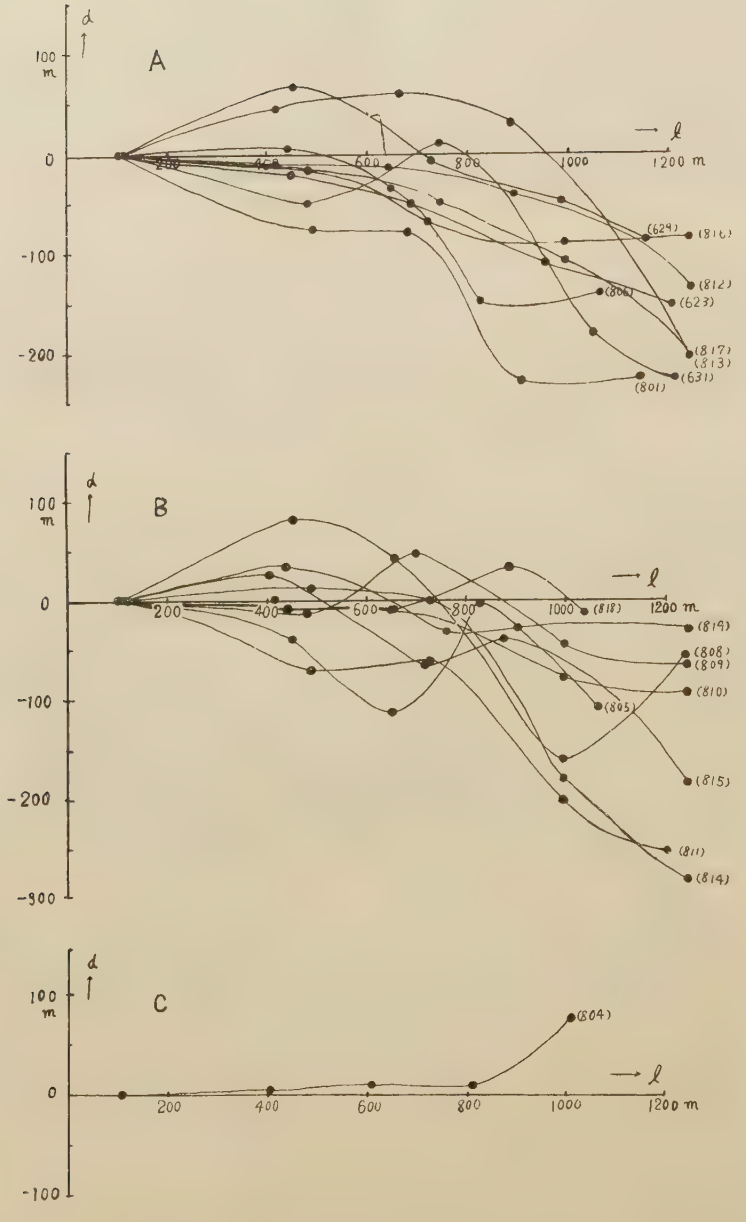


Fig. 2. The variation of the difference, d, between the value of $l\cos\theta$ and the true depth, D, when the increasing length of wire is paid out in each station. Station number indicated in a bracket.
(A), the first group; (B), the second; (C), the third.

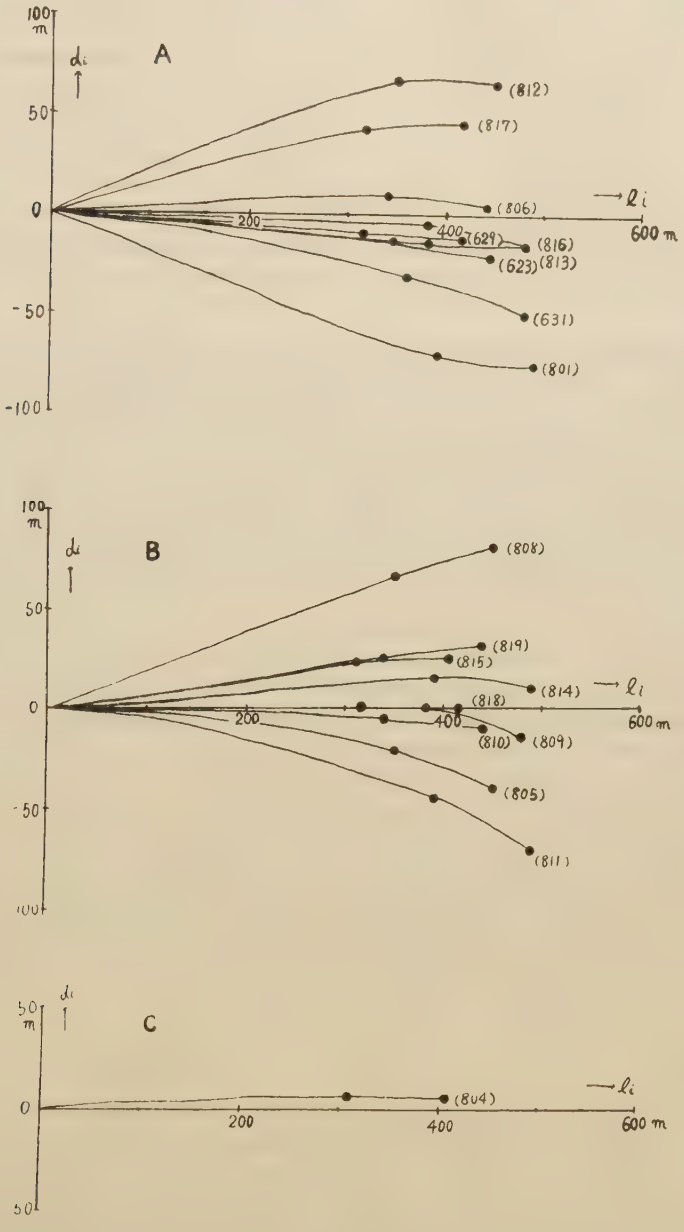


Fig. 3. The difference, d_i, between the value of $l_i \cos\theta$ and the true depth, D, against the wire length to the respective sets thermometers, l_i, in an individual cast. Station number indicated in a bracket.
(A), the first group; (B), the second; (C), the third.

3. Deviation from a straight line

The deviation from a straight line in the pattern of the sounding wire can be shown by means of the difference between the value of $l\cos\theta$ and the true depth D obtained from a set of protected and unprotected reversing thermometers, because D is equal to $l\cos\theta$ when the pattern is a straight line. The difference (d) against the wire length (l) is shown in Fig. 2, according to the three groups stated in the previous section. It has been expected commonly that D is larger than $l\cos\theta$, i. e. $d<0$, showing the pattern convex to the sea surface. However, many positive values of d are found in the figure, especially with l-values of ca 400~800m. Any positive value of d indicates that the pattern of not all parts of the wire in the specified cast is convex to the sea surface. Many stations with positive values of d are located quite near the Equator.

It is also noticed in the figure that the absolute value of d does not always increase with increasing l. This fact is a serious contradiction to the usual conception that the more deviation from a straight line is expected when the longer wire is paid out. Furthermore, these two features seem to be independent of the groups stated above, though the first group is comparatively less marked.

So far, the patterns are examined from the data of the instruments hanging to the respective end points of the wire. The more detailed examination is possible when additional data of another set of thermometers hanging to the different point on the same wire are available. Such cases are shown in Fig. 3 illustrating the similar difference (d_i) as before against the wire length (l_i), where $d_i=l_i\cos\theta-D$ and l_i represents the wire length to the respective sets of thermometers from the sea surface ($d_i=d$, when $l_i=l$). Negative values of d_i, the absolute value of which increase with wire length, are found in 6 and 4 cases belonging to the first and the second group respectively. These patterns are of course convex to the sea surface. The values of d_i almost vanish in one case belonging to the second group, showing that the pattern is a nearly straight line.

Among the remainders, which show positive values of d_i, there are two types; the one is characterized by the increasing d_i with wire length (one, two, and one case in the first, second, and third group respectively), and the other, decreasing d_i between the two observing levels (two cases in both the first and second group). The patterns of the former are expected to be concave to the sea surface, while those of the latter seems to be concave to the sea surface in the upper part and to be convex in the lower part.

4. Conclusion

The patterns of the sounding wire in some hydrographic casts in the western Equatorial Pacific are examined and the following facts are found.

(1) The variations of the incident angle (θ) with the increasing wire length paid out (l) can be classified into three groups. The first group is characterized by the increasing θ with l; the second, the decreasing θ with l between ca 400 and ca 600m; the third, the decreasing θ with l more than ca 100m.

(2) It is concluded that the pattern of not all parts of the wire in a specified cast is convex to the sea surface in many cases and that the more deviation from a straight line is not always expected when the longer wire is paid out, on the base of the difference between the value of $l\cos\theta$ and the true depth D. These features seems to be independent of the variations of the incident angle with l.

(3) According to the two level observations in individual casts, four types of the pattern are found; i. e., a nearly straight line, a curve concave to the sea surface, a curve convex to the sea surface, and a curve concave in the upper part and convex in the lower part.

Acknowledgement ····· The author wishes to express his hearty thanks to Dr. T. Takahashi, Kagoshima University, for encouragement and helpful advice.

References

(1) Hidaka, K. & M. Sakata, 1942 : Suichu ni okeru kosaku no katachi ni tsuite. (On the patterns of the sounding wire under water.) Jour. Oce. Soc. Jap. Vol. 2 No. 1.
(2) Hishida, K. 1949: On the inclination of the wire in the sea. Jour. Oce. Soc. Jap. Vol. 5 No. 1.
(3) Hata, K. 1955: On the correction of wire length in oceanographical observations. Jour. Oce. Soc. Jap. Vol. 11 No. 2.
(4) Hirano, T. 1952: An attempt to correct errors of the sounding caused by wire inclination. Jour. Oce. Soc. Jap. Vol. 8 No. 2.
(5) Fukutomi, K. 1943: A method of apporoximate estimation for lee way or ocean current from the inclination of the lead line. Jour. Oce. Soc. Jap. Vol. 2 No. 3.
(6) Takahashi, T. 1958: A note on the current measurements in the western Equatorial Pacific, unpublished manuscript presented at the meeting of Oce. Soc. Jap. Nov. 1958.

マンゴリ・タリアブ両島沿海に於ける まぐろ漁況について （第1報）

植田 総一・玉利 達夫

On the Fishing Condition of Tuna and Marlin at the Sea Fronts off the Mangoli and Taliabu Islands–1

Soichi Ueda and Tatsuo Tamari

Since 1952,

the Tunny Catch Fluctuation at the sea fronts spreading over the both South & Northward of the sea fronts off the Mangoli and Taliabu Islands belonging to the Sula Islands lying eastward of the Celebes Island has investigated by the crew of the Kagoshima-maru, Training ship of Kagoshima University, as a part of the fixed researching plan.

After making some researches according to the features derived from the regional and seasonal devisions, the following results were obtained.

(1) It was in Winter and at the North side of the sea front that the Fishing Rate per 100 hooks reached its maximum at the figure of 6.0 %; and the next one was observed, in Summer, at the Southern Sea Front, at the figure of 5.8 %.

(2) At the southern sea fronts, an abundant appearance of Big-eye tuna (38 %) was observed, the fish body being large, 30 % of those fish caught having the trunk-length more than 141～150 cm and body-weight more than 60 kg.
At the northern sea front, in winter, the appearance of Marlin's reached 33.7 % of the total, main species of which being Sail Fish.

(3) The main sources of the Catch are, except the Summer Season at the southern sea front, composed of Yellow-fin tuna.

(4) Through both Summer and Winter, good catch percentage was seen at the southern sea front along the water-line about 20 miles off the seaside of Taliabu Island.

(5) At the Southern Sea Front, about 25 miles off the seaside and in case of the Northern Sea Front, about 30 miles off, the Drift-Line could not help being overwhelmed by the running waves, and this showed the existence of a Tide current. The detailed Sea condition of these fronts should be reported in the next paper.

緒　　言

マンゴリ，タリアブ島は Fig 1 に示すように，セレベス島の東部のスラ群島東端に位置し，北はモルッケ海に，東はセラム海に，南はバンダ海に面している．

従つて本島沿海のまぐろ漁況の相違若くは変移を明らかにすることは まぐろの洄游を究明する上に重要であり，小型まぐろ漁船用漁場としての適否を判断することも出来る．

鹿児島大学練習船かごしま丸は 1952 年 以来 両島の南，北沿海で実習を兼ね鮪延縄試験を実施して，貴重な資料[1)3)4)]を得た．即ち 1952 年，54 年，55 年，には北側モルッケ海域，1954 年，56 年，57 年には南側バンダ海域で行い，又季節的には，1952 年，55 年，56 年，57 年は 冬期[註1)]に，1954 年には 夏季[註2)]に 行つた．

註 1.2. 操業，調査時期が6～8月を冬期，1月を夏期とした．

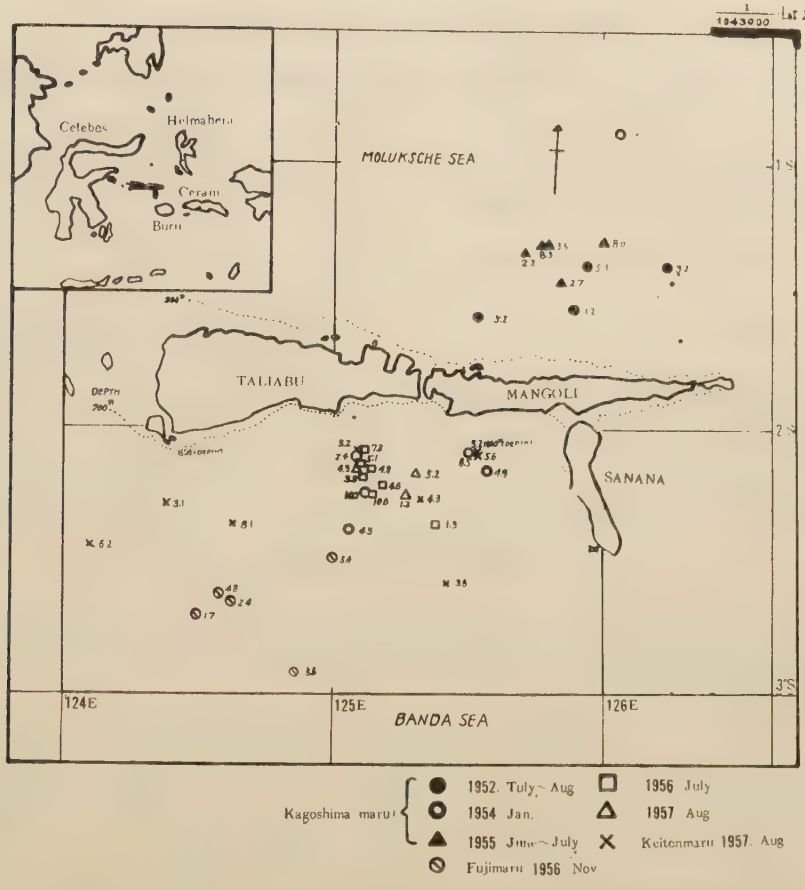


Fig. 1. Charts showing the existential place of Mangoli, Tariabu Islands and the tuna-fishing positions.
Figure on chart indicated fishing-rate at those position.

かごしま丸の操業は漁艇を使用するため，漁艇の堪波性，揚降装置の点から天象海象による制約を受け，調査に於て不充分な点があつたが，以上の調査から海区，季節別に漁況を対称比較し，若干の考察を試みたので，その概要を報告する．

漁　獲　状　況

1. 使用漁具（第1表）

釣鈎深度と漁獲についての関連は以前から漁業者の経験からも，また盛田氏[5]によつても明かにされている．併し陸地に極く近い海域では，游泳層の点で大洋と異つていることも考えられるので，試験的に釣鈎深度が浅くなるように，漁具を仕様した．

海，潮流の激しい場合には，投繩方向，繩の間隔を変えるなど，により解決した．

2. 釣獲率(註3)（第2表）

註 3. 同一海区，季節毎に行つた各年の釣獲率に大差がないので平均値を表記した．

Table 1. Construction of a tuna Long-Line.

	Main line	Branch line	Seizing wire leader	Wire leader	Hook	Drift line	Flag bouy	Remark
1952	Cotton 20′ 8monme 175 ftm (25 ftm×7)	Cotton 20′ 8 monme 12 ftm×6	#27wire(3×3) were seized by Cotton 20′ 15.3 4 ftm×6	# 26(7) 1 ftm	Round form 3.8 sun	Cotten 20′ 8 monme 13 ftm×1	glassbouy dia.1shaku Bamboo 2 ftm	dye; Coaltar
1954	〃 175～125 ftm	〃 8 ftm×5～6	〃 3.5 ftm×5～6	〃 2.5 ftm	〃	〃 15 ftm	〃	
1955 1956	〃 150 ftm (25 ftm×6)	〃 8 ftm×5	〃 4 ftm×5	〃	Round& square form 3.8 sun	〃 13 ftm	〃 dia. 1～1.1 shaku	9monme line 80 %
1957	〃 8～9 monme 150 ftm (25 ftm×6)	〃 8～9 monme 6～8 ftm× 5～4	# 26 (3×3) 4 ftm	〃 1.0 ftm	〃	〃	〃	8monme line 20 %

北側海域の冬期，南側海域の夏期は 6.0 %， 5.8 % と略々同率であるが，前者はカジキ類（主としてバショウカジキ）が高率で，南側海域に比してキハダ，特にメバチが低率である．

南側海域の夏期，冬期を比較すれば，キハダは冬期が 0.6 %，メバチは夏期が 1.2 % 夫々高い．北側海域の夏期は資料が少いので考慮外とした．

Table 2. Fishing rate per 100 hooks.

Sea area	Season	Number of hook	Yellow-fin tuna		Big eye tuna		Marlin		Tuna and Marlin Total	
			Number	%	Number	%	Number	%	Number	%
Northern sea	Winter	6246	149	2.4	28	0.4	90	1.4	267	6.0
	Summer	600	4	0.6	2	0.3	0	0	6	1.0
Southern sea	Winter	4701	164	3.5	47	1.0	20	0.4	231	4.9
	Summer	2905	85	2.9	64	2.2	19	0.7	168	5.8

3. 出現率（第 3 表）

キハダは何れの海域，漁期に於ても漁獲の大半を占めている．

夏期に於ては冬期に比し，北側で約 10 % 高く，南側では反対に 20 % の低下を来している．これはメバチの出現率が高くなつたためである．

メバチは南北両海域とも，夏期は冬期より約 20 % 増加している．

カジキ類は北側海域の冬期 33.7 % を除いて低率である．南側海域は冬，夏期とも大した変動はなく 10 % 近いものである．

北部海域で冬期行つた 1955 年は連日 35 % 以上，平均 47.3 % を示したが，1952 年は 16.7 % で稍々低い．これより平均値にて比較することは適切でないが，北側海域の min. は南側海域の max. より高い結果から表値とした．

Table 3. Percentage of fish caught.

Sea area	Season	Yellow-fin tuna	Big eye tuna	Marlin	Total
Northern sea	Winter	55.8	10.5	33.7	100
	Summer	66.7	33.3	0	100
Southern sea	Winter	71.0	20.3	8.7	100
	Summer	50.6	38.0	11.4	100

4. 鮫等による喰害（第4表）

鮫，鯱による喰害は南側海域に特に多い．

魚種別に見れば，キハダは冬期 32.9 %，夏期 29.4 % で 季節の如何を問わず非常に高率を示している．メバチも南側では 冬期 27.7 %．夏期 26.6 % である．

鯱の出現は釣獲率にも影響して居り，出現によつて低率，高率の 両極端に分れる場合が多い．

Table 4. Percentage of the damage by shark and etc.

Sea area	Season	Yellow-fin tuna		Big eye tuna		Marlin		Total	
		Number of damage	%	Number of damage	%	Number of damage	%	Number of damage	%
Northern sea	Winter	16	10.7	5	17.8	3	3.3	24	9.1
	Summer	0	0	1	50.0	0	0	1	16.7
Southern sea	Winter	54	32.9	13	27.7	2	10.0	69	30.0
	Summer	25	29.4	18	26.6	5	26.3	48	22.6

魚　　体

1. 体長組成（第2図）

キハダは北側海域で 夏期は 121～130 cm のもののみ 漁獲されたが 僅少である．冬期は 121～140 cm のものは 漁獲の 3/4 を占め，131～140 cm が主である．

南側は夏期に於て，131～140 cm のものが 35.6 %，121～130 cm のものが 23.4 %，141～150 cm のものが 22.0 % で，漁獲の殆どは 121～150 cm のもの である．冬期は小型なものが多くなり，111～130 cm のものが 大半を占めている．

メバチは南側海域では，夏期は 141～150 cm のものが 31.1 %，101～120 cm のもの 37.8 % で，大，小型の 2 つのモードが見られる．冬期は 120～150 cm のものが漁獲の主体で 121～130 cm，131～141 cm のものが夫々 20 9 % を占めている．

北側海域では，冬期に於て 120～150 cm のものが 62 9 % であるが，120 cm 以下の小型魚も 33.3 % 含まれている点が南側海域と異なる．

カジキ類ではバショウカジキ以外は漁獲尾数が少いので，省略したが，体長組成は 広範囲である．バショウカジキは北側海域に於て，冬期は 夏期より稍々大型で 170～190 の範囲が最も多い．

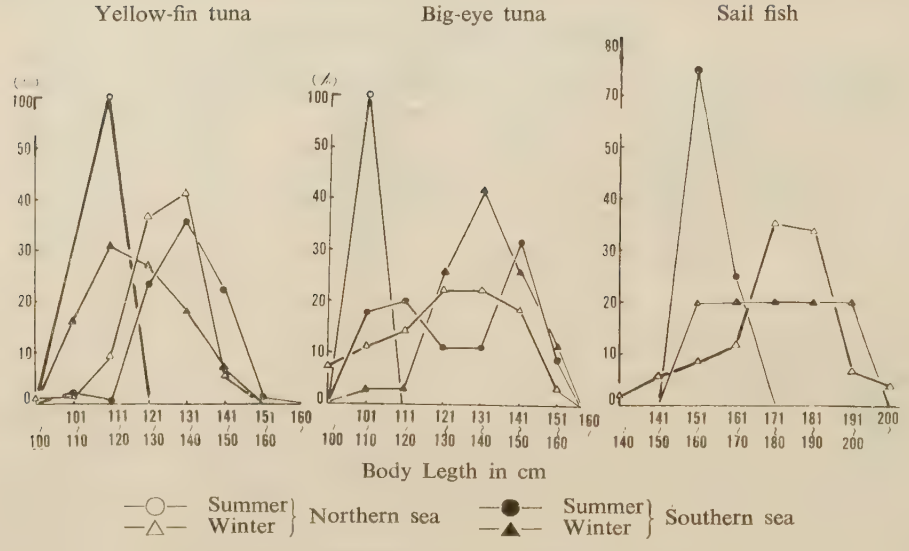


Fig. 2. Frequency of Body Length in cm.

2. 体重組成（第3図）肥満度

キハダは北側海域に於て，冬期は 30～60 kg のものが 90％ を占め，夏期は 51～60 kg のみ漁獲されたが数量が少いので詳かでない．

南側海域では，夏期は 51～60kg のもの 27.3％，41～50kg のもの 25.6％で，40～60kg のものが漁獲の大半である．冬期は 20～40kg の稍々小型なものが主体で，64.0％を示す．40～60kg のものがこれに次ぎ，34％を占めている．

メバチは北側海区に於て，冬期は 20～60kg の範囲で，51～60kg. 41.4％，41～50kg. 24.1％，31～40kg. 20.8％，21～30 kg. 13.8％となつている．南側海区では，冬期は 51kg 以上の大型魚が主で，60kg 以上のものが 41％も占めて居る．夏期は 60 kg 以上の大型魚と 10 kg 以下の小型魚が主体で，40～60 kg のものが見られない．

バショウカジキの北側海区に冬期出現するものは，30～40kg のものが 60％を示し主体をなしている．

肥満度に就て見れば，平均値(註4) はキハダに於て，南北両側海域とも，冬期は夏期より低い．

同一漁期に於ては南側が高い．

メバチは，南側海区では夏期は冬期より高いが，北側では資料不足で比較出来ない．

3. 性別（第5表の 1，2）

キハダでは，南側海区の夏期に，8.1（88.7％：11.3％），を除いては大略，4：1 の比率で雄が多く漁獲されている．

体長別に見れば，両海域とも雌雄同じく 121～141 cm の間に多い．

メバチでは，雄は両海域，両期を通じて広範囲に分布され，雌は 120～140 cm の範囲に多く現われている．

註 4.

		キハダ	メバチ			キハダ	メバチ
北側海域	冬期	18.10	22.36	南側海域	冬期	18.20	22.50
	夏期	20.12	19.20		夏期	20.55	23.08

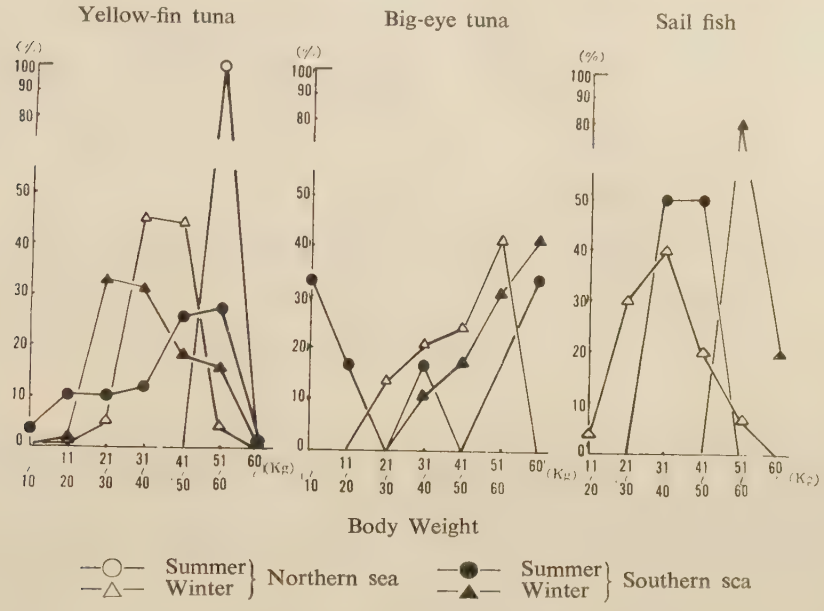


Fig. 3. Freguency of Body Length in kg.

Table 5-1. Percentage of sex ratio.

Sea area	Season	Yellow-fin tuna			Big eye tuna		
		Number of fish	♂	♀	Number of fish	♂	♀
Northern sea	Winter	125	77.6	22.4	21	71.4	28.6
	Summer	4	75.0	25.0	1	100.0	—
Southern sea	Winter	53	88.7	21.3	46	78.3	21.7
	Summer	108	73.1	26.9	30	90.0	10.0

Table 5-2. Percentage of sexed distribution in body length.

Kind of fish	Sea area	Season	Sex	Body length in cm					
				110	111～120	121～130	131～140	141～150	151～160
Yellow-fin tuna	Northern sea	Winter	♂	3.1	7.8	33.0	50.0	5.1	
			♀	11.1	16.7	45.2	18.5	8.5	
		Summer	♂	10.0	15.0	35.0	35.0	5.0	
			♀		33.3	66.7			
	Southern sea	Winter	♂	13.0	24.3	22.7	30.5	9.5	
			♀	12.5	40.6	34.4	8.3	4.2	
		Summer	♂	22.2	7.4	22.2	37.1	13.9	
			♀			33.3	66.7		

Kind of fish	Sea area	Season	Sex	Body length in cm					
				110	111～120	121～130	131～140	141～150	151～160
Big eye tuna	Northern sea	Winter	♂	9.2	14.2	10.1	25.0	13.9	10.6
			♀				58.4	41.6	
		Summer	♂	100.0					
			♀						
	Southern	Winter	♂	12.6	2.6	26.7	34.6	20.3	13.2
			♀			25.0	25.0		
		Summer	♂	19.4	19.4	6.1	6.1	38.8	12.2
			♀	11.1	22.2	33.4	33.3		

総　　括

マンゴリ，タリアブ両島沿海のまぐろ漁況について，両島の南，北側，夏，冬期を比較し，その漁獲状況及び魚体に就て若干の考察を試みた．

その結果，釣獲率は北側海域の冬期 6.0 %，南側海域の夏期 5.8 % で，南側海域の冬期に於けるより，僅か 1 %程度高率で大差はない．

南側海域の夏期に於ては，メバチの出現率が高く，38.0 % を示して居り，魚体も大きく，体長 141～151 cm. 30 %，体重 60 kg～41 % 以上，肥満度も平均 23.08 を示すもので，釣獲率，魚種，魚体等を綜合的に考慮すれば，最も漁業的価値に富んでいる．

北側海域の冬期の釣獲率は前述の通りであるが，漁業の主体をなすキハダ，メバチの釣獲率が低いので，南側海域の夏，冬期に比して漁業的価値は少いものと判断される．

かごしま丸，敬天丸，[1] 富士丸[6] の操業位置（陸岸に近い延縄端の位置）及び釣獲率を Fig. 1 に示した．これらの調査から，南側海域に於いて，タリアブ島沖の 200 m 等深線に略々平行した距岸 20 浬の線上に，夏，冬期を通じてかなり高い釣獲率を挙げている．又この線から南，北約 10 浬の距線上にも比較的に好況な結果が現われている．これらの線は海流の方向と略々一致している点が注目される．

操業中，漁具の中央位置の移動を測定した結果からと，附近の港の平均高潮間隙から勘案略算した潮時から，距岸 25 浬附近迄，潮汐の影響あることを認めた．

終りに，調査に協力されたかごしま丸乗組員各位と懇切なる御指導を賜つた盛田助教授（鹿大水）に対し深く感謝の意を表する．

文　　献

1) かごしま丸：各年出漁報告書（水産庁宛）
2) 田ノ上豊隆：マンゴル島，チモール島沿海に於ける鮪延縄漁業試験
3) 鹿　大　水：かごしま丸実習調査資料　漁資 5 号（1955）
4) 鹿　大　水：鮪延縄漁業調査資料　漁資 8 号（1957）
5) 盛田友弘：マグロ延縄漁具の構造による漁具性態に関する研究（第 1, 2 報）本誌 5 巻（1956）
6) 静岡県水試：南方漁場調査報告　第 2 次 富士丸（1956）

五島列島近海におけるカツオの漁場構成について

盛　田　友　弌

On the Constitutional State of Fishing Ground over the Waters near the Gotō Rettō

Tomokazu Morita

It was fixed that at the waters near the Gotō Rettō, the appearance of Good-season fit for the skipjack-fishing was to be coincided with the coastal-waters-decline term (from Sep. to Oct.). The upper part (0, 50 m layer) of the fishing ground, however, was composed of the warm current having the higher temperature, the stronger salinity and the more unified quality than those of the waters floating near the coastal shore.

In other words, it seemed that, at the waters near the Gotō Rettō, the waterly elements which constituted the fishing ground was nothing but the waters derived from the warm current that stood under the influence of the coastal waters lying beyond the tide-boundary; therefore it may safely be assumed that the loss of the fishing ground would take place simultaneously with the disappearance of either one of thse two water currencies.

緒　　言

五島列島近海においては，毎年秋季にカツオの漁事が極めて活発となつている．しかして，同海域におけるカツオの漁場構成には夏季顕著に発達する沿岸系水が少なからず影響しているようである．即ち，この低鹹な沿岸系水の時間的，空間的消長は同海域におけるカツオ漁場の出現，消失及びその遅速等に反映しているもののように考える．これらについて次のような検討を試みたのである．

なお，カツオ漁船の釣獲時における海洋観測資料は現在極めて不充分なので，1952年以降における関係調査機関による五島列島近海の観測資料[1)2)3)]及び枕崎入港船のカツオ漁況報告を別々に集めて，これらを総合的に考究検討を行つたのである．

漁期と海況

カツオのような回遊性魚属の漁期には，その漁場の海況の時間的変動が関与している場合の多いことも考えられるのである．

第1図は五島列島の福江島東側海域における毎月の海洋観測資料に基く水温，塩素量の時間的変動とその近海（N32°以北）におけるカツオの旬別漁況とを図示したものである．しかして，この観測点は概してカツオ漁場の北縁に相当する一定点に過ぎないので，これによりその漁場の海況全般を知るには不充分であるが，その海況の時間的変動の概略をうかがうことは可能であると考える．

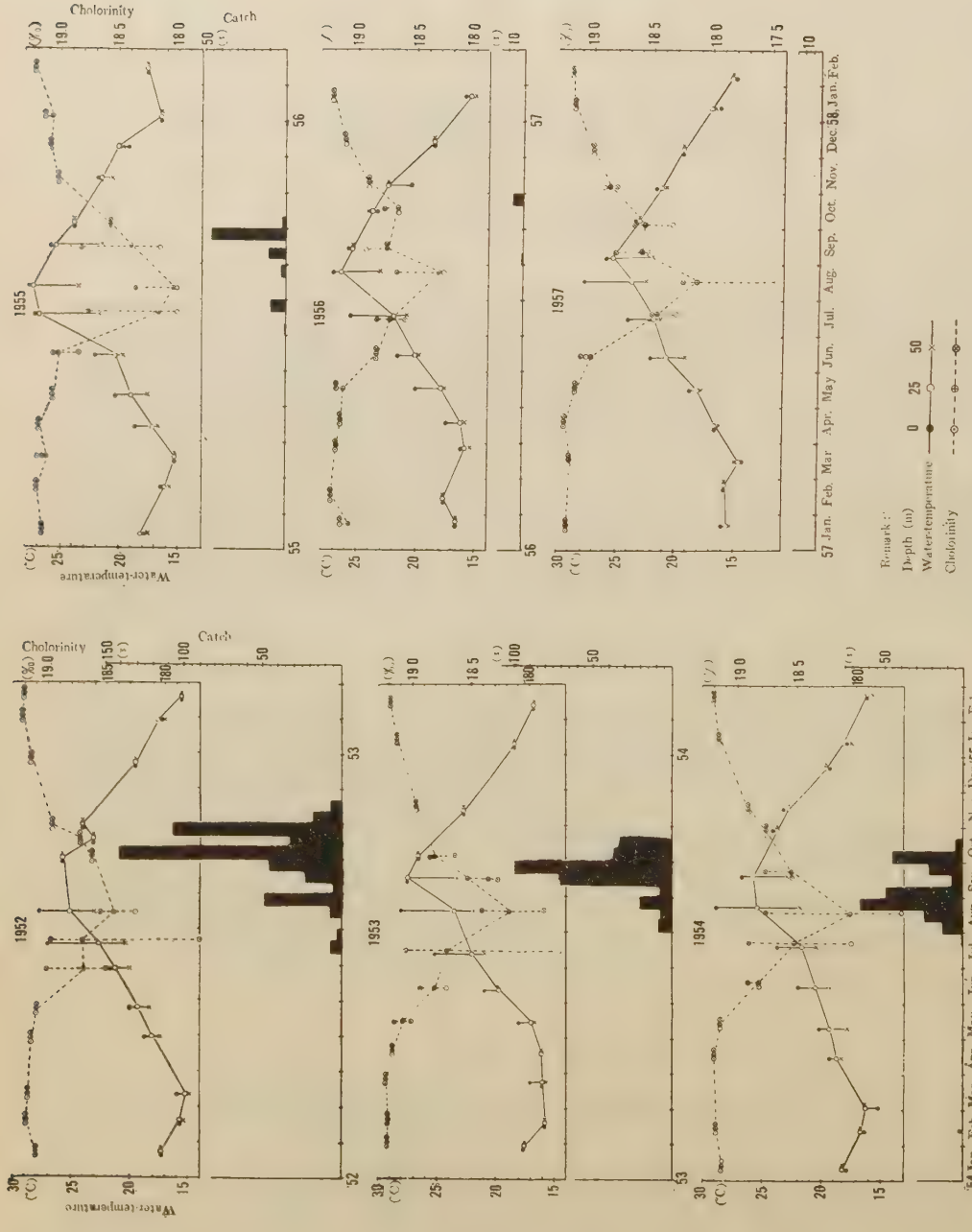


Fig. 1. Showing the annual variation of the temperature (°C) & cholorinity (‰) eastward of the stations (about 32°-29′N, 129°-01′E) at Hukue Sima, and that of skipjack catch at the waters of the Goto Retto (North waters of 32°N line).

第1図によれば，五島灘の水温，塩素量は毎年冬季に低温，高鹹であり，夏季に高温，低鹹となつており，両者は見掛け上互に逆相関的な変化を繰返している．この変化の要因について永井[4]は気象的なものと移流によるものとの合成であるとし，前者による変化を除去すると後者は正の相関によつて与えられることを指摘している．

即ち，上記の見掛け上の逆相関は熱交換，蒸発量及び降水量等の気象的要因又はこれらに基く大陸冷水塊，沿岸系水などの発達によつて起るものと考えられる．しかして，五島灘においては図に見られるように春から夏にかけて気象的要因に基く沿岸系水の影響が著しく，塩素量が急激に降下し，水温が上昇している．又，この現象は概して表層になるほど顕著であり，下層はこの変化に平行しないため鉛直的な成層状態の極度に発達しているのがうかがわれ，その当時の海況は極めて複雑であり，刻々と変動しているのが想像されるのである．このような海況変動はカツオの漁場構成に余り好適なものであるとは考えられない．又，たとえこの頃一時的に漁場がカツオの来遊に好適な海況となり，その漁事が見られるようになつても，上記のように海況変動が激しければ，カツオは同一場所に滞泳することが出来なく，直ちに移動逸散するのであろう．このためこの頃の漁事は極めて断片的であり，又，第4図に見られるようにその釣獲位置も時間的に散在しているのがうかがわれる．次いで，五島灘に沿岸系水の影響が最大となり，その表層の塩素量が最低を示す8月頃を過ぎると，間もなくこの海域のカツオの盛漁期[5]が始まり，その後沿岸系水の衰退に伴い暖流系水が急に張出して，同海域の表層水が急激に高鹹となる過程においてカツオ群の来遊が顕著となり，その漁事が活況を呈しているようである．其の後漁場海域が水塊として比較的高温，高鹹となる10月末頃までカツオの好漁が続き，11月に入り漁場水温が急降しはじめるとカツオの漁事は激減して終漁となる．即ち，五島列島近海におけるカツオ漁場では，沿岸系水の衰退季においてその影響がまだその北縁に明らかに残存しているような海況を示す頃にカツオの好漁が見られているようであり，この低鹹水帯の影響が全く消失してしまつて，水温の降下が急になると，カツオ群は南下退散して終漁になるものと考える．

漁場の水塊

前項において，五島灘のカツオ漁場の構成には，時季的に低鹹な沿岸系水の出現が一条件となつているようであるが，その系水内に漁場が構成されるとは考えられないので次のような検討を試みたのである．

カツオ漁船の操業当時において，その位置より約5浬以内にある観測点及びそのほぼ陸岸方向にあたる近接点（10～20浬以内）の資料を夫々その漁場及びその附近の観測資料とした．これらの資料により漁場及びその附近の水塊を第2，3図のように示した．

第2図は上記資料のすべてを水深（0，25，100m），時期，観測点別に区分して示したものである．この図によれば，漁場及びその附近の表層水塊（25m以浅）はXY線を境にして左右に分けることが出来る．その左右の水塊は夫々時期の経過に従つて逐次高鹹，低温側に平行して変化している．故に，ある時期の漁場の水温，塩素量はその陸岸方向の近接海域より高鹹，高温な水帯側にあり，又，これらはいずれも9月から10月末にかけて次第に高鹹，低温な水塊に変化している．しかし，水深100m層の水塊は図にみられるように余り差異はなく，ほぼ等質な水塊となつている．即ち，この海域では100m層の水温，塩

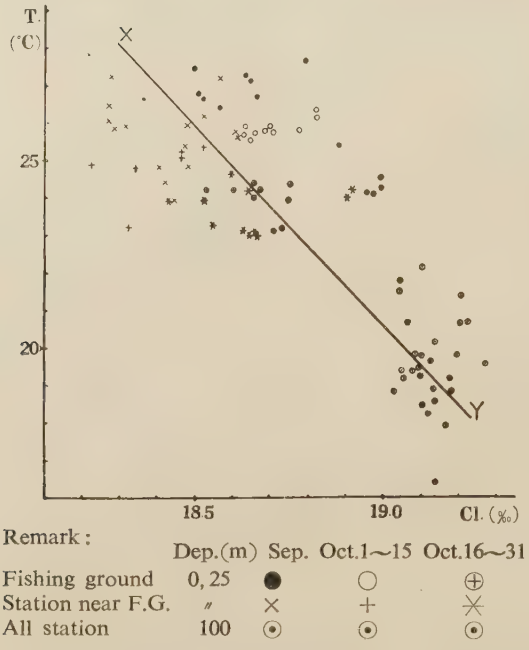


Fig. 2. Showing the water masses of the fishing ground and the station near it in the whole.

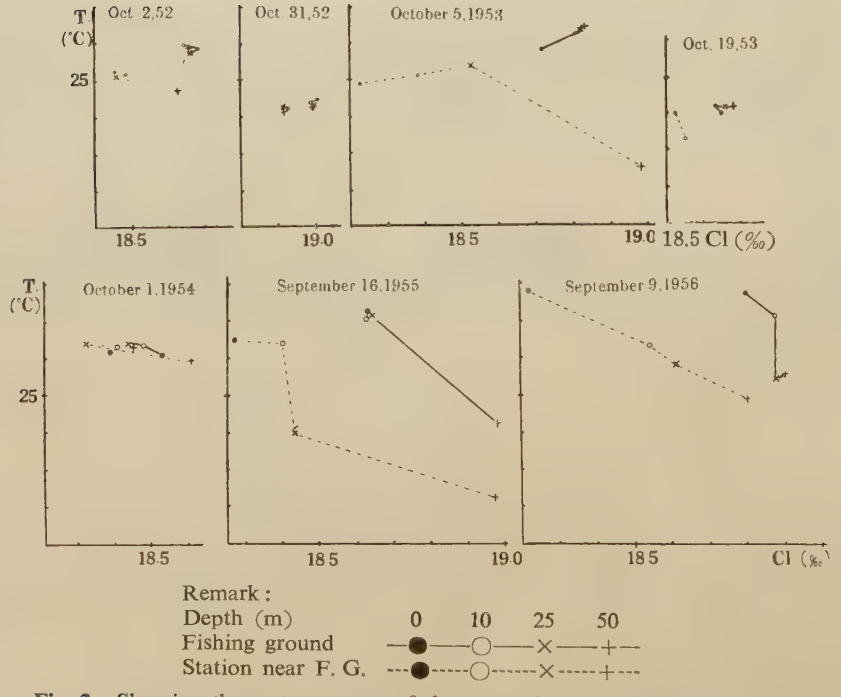


Fig. 3. Showing the water masses of the respective fishing ground and the station near it.

分は位置的にも，時期的にも余り変動していなく，この層の海況が上層のカツオ漁場に直接反映することは極めて少ないのであろう．なお，第2図において漁場附近が比較的低鹹であつても，漁場現場の塩素量は最低 18.5‰ であつて相当高鹹な海域となつており，第1図によつて想像されるような 17‰ 台の低鹹水域[1]にカツオの盛漁がみられることは全く考えられなく，第1図の場合はあくまでも低鹹季という時間的な問題として考えるべきであろう．

第3図は各年のカツオの盛漁期における漁場及びその附近の個々の水塊を示したのである．この図においても，カツオの漁場はその陸方近接点より明らかに高鹹，高温となつており，しかも，その漁場水域は 50 m 以浅の水温，塩素量の鉛直傾度がその陸方近接点のそれらより常に小さくなり，又，その層の水塊はほとんど等質となつている場合も多いようである．この点について，更に 50 m 以浅の水温，塩素量の差を階級別にし，漁場及びその陸方近接点におけるそれらの差の合致頻度を第1表に示した．

この表においても，漁場における 50 m 以浅の水温，塩素量は，それらの鉛直傾度が極めて少ないAの場合が最も多くなつており，これに反し漁場附近ではそれらの傾度が比較的大きいD，E の場合が多いようである．

Table 1. The ordinal coincidence frequency of the water temperature and salinity at 0～50 m layer at the fishing ground and its neighbourhood.

		A	B	C	D	E
Class	W.T.(°C)	0–1	1–2	2–3	3–4	4–
	Cl. (‰)	0–0.1	0.1–0.2	0.2–0.3	0.3–0.4	0.4–
Fishing ground		10	2	2	3	1
%		55.6	11.1	11.1	16.7	5.5
Neighbourhood of F. G.		3	3	2	4	6
%		16.7	16.7	11.1	22.2	33.3

以上において，五島列島近海のカツオ漁場はその陸岸方向の近接点より常に高温，高鹹な水帯側に位置し，しかも，その近接海域が多少の成層状態になつていても，漁場においてはその 50 m 以浅の水層がほとんど等質な水塊となつている場合が多いものと思考される．

潮境と漁場構成

第1項において，五島列島近海のカツオ漁場は時期的に低鹹な沿岸系水の発達直後に構成されるように考えたが，第2項ではカツオ漁は常に比較的高温，高鹹な暖流側に所在していることを述べた．両者はそのカツオの漁場構成について互に相反する条件のようであるが，いずれも重要な条件であり，両者が同時に出現するような海況においてカツオの漁場構成が可能となるものであろう．即ち，五島近海においては沿岸系水と暖流系水とが相対して出現し，両者間に顕著な潮境[1]を形成するような海況においてカツオの漁場構成が考えられるので，この点について更に次のような検討を試みた．

前項により五島近海におけるカツオの漁場構成は，50 m 以浅の変動の影響が最も大であると考えたので，その中間の 25 m 層の観測資料によつて平面的な海況変動を検討することにした．即ち，同層の海況図にその観測当時のカツオの釣獲位置を記入して，これを第4図のように示した．この図において，カツオの盛漁期前の 7, 8 月頃には，各年とも概して低温，低鹹な沿岸系水の張出が甚だ顕著であり，又，比較的変化に富み，複雑な海況を示している．一方，暖流系水の張出はまだ弱勢であり，この頃のカツオの漁事はしばしばその暖水側に見られる年もあるが，その漁場は極めて発散的であり，ほとんど永続して

いないようである．これは，前述したように海況の時間的変動が激しく，カツオ群が同一海域に滞泳出来なくて，その遊泳移動が激しくなるのであろう．

次に，五島近海は，毎年 9, 10 月に入ると沿岸系水の張出がその頂点を越えて逐次弱勢となるが，これに対して暖流系水の張出もようやく強まり，同海域に顕著な潮境が形成されるようになる．カツオの漁事は通常ほとんどその高温，高鹹な暖流側の海域にみられている．しかして，この潮境の形成状況には時間的に塩分と水温とによる 2 通りが認められる．

即ち，1952, 1953 年は，第 4 図 B, F に見られるようにその盛漁期の前半において五島近海の水温が比較的高温となり，全般にほぼ同温状態となつているが，塩分の水平傾度は比較的顕著であり，これにより暖流系水と沿岸系水との潮境が明らかに形成され，その高鹹な水帯側にカツオの漁事がみられている．なお，1952, 1954 年は，第 4 図C, Kのようにその盛漁期の後半において同海域の塩分傾度はすでに解消し，全般に概して高鹹な同鹹水帯となるが，その水温は北部陸岸に向つて低下しており，その顕著な水平傾度によつて明らかに潮境が形成され，その暖水側にカツオの漁事が多く見られている．

1955 年の場合は，第 4 図 M～P のように五島漁場全般が漁期間その南部海域より概して低温であり，水温傾度による潮境が広く弧状に形成されており，カツオの漁事は 9 月に入つてその外側に見られているが，極めて少なく，月末頃になり暖流系水が陸岸方向へ張出する態勢となつて，その南側の温暖海域にカツオの漁事が多少見られている．しかし，この漁もすでに時期的に終漁期に入つており，余り永続していないようである．このような年には余りカツオの好漁は望めないのであろう．

以上のように 1955 年までは，毎年漁期には N 32°線以北の五島近海に夫々多少にかかわらずカツオの来遊がみられ，その漁場が構成されているのであるが，しかし，1956, 1957 年には，漁期が遅れて（10 月末～11 月上旬）甑列島西方線附近まで多少のカツオが漁獲されているのに，N 32° 線以北の海域ではカツオの漁事はほとんど見られていないようである．これについては，同海域以南にカツオ群の北上回遊をはばむような海況現象も考えられるが，この点は次の問題として，本論では同海域の海況について検討した．即ち，両年は，第 4 図 Q～V に見られるように例年カツオの盛漁期となる 9～10 月頃に五島海域全般が沿岸系水により概して低鹹であつたり，一方，暖流系水の張出も余り明瞭でなく，カツオの滞泳に好適な潮境がほとんど明らかとなつていない．これはカツオの盛漁期となるべき時期に同海域全般が前述せるような漁場構成に好適な海況にならなかつたものと考察される．

なお，五島近海のカツオの終漁は年によつて多少の遅速はあるが，10 月末から 11 月に及んでおり，第 4 図 D, H, L, P, S, V に見られるようにその全海域の水温は全般に急降しており，又，その水温，塩分の傾度がほとんどなくなつてほぼ等質な水帯となり，潮境現象が全く解消して解放的になると，カツオ群が逸散してしまつて，その漁期が終了するものと考えられる．

結　　び

五島列島近海においては，年間夏季（7～8 月頃）に低鹹な沿岸系水が最も発達し，その後秋季（9～10 月頃）に同系水が衰退しているような場合，その時期がカツオの盛漁期となつているようであり，又，同系水が消失する頃に終漁となつている．しかして，漁場現場の海況は，総体的に見てその 50 m 以浅の層が比較的高温（24°～28°C），高鹹（18.5～

19.0‰）であり，且つ，個々の漁場ではその水温，塩素量が陸岸方向の近接点より常に高く，概して等質な水塊となつている．即ち，カツオ漁場はほとんど相対的にその時の暖流系水側に構成されているようである．

更に，同海域にカツオの漁場が構成される時は，その中央部附近に比較的顕著な潮境の見られる場合が多く，その潮境の消長はカツオの漁場構成に時間的，空間的意義を持つものである．即ち，この潮境は，時間的に水温，塩分が3種の水平傾度により別々に表現されており，いずれも沿岸系水と暖流系水との相対している海況を示すものである．しかして，カツオ漁場は通常その暖流系水側に構成されているようである．なお，この潮境が時間的に解消すると，カツオ群は逸散してしまい終漁となるのである．

又，1956，1957年のように，五島近海の沿岸系水が秋季（盛漁期）になつても衰退せず，同海域にその存在が認められ，一方，暖流系水の張出が極めて不明瞭であるような海況を示す年には，遂に同海域にカツオ漁場が構成されないで終つてしまうようである．

以上を総括すると，五島近海のカツオ漁場構成は，時間的には沿岸系水の発達の顕著な夏季からその衰退のみられる秋季に至る時期であり，空間的には50 m以浅が比較的高温，高鹹，等質であり，しかも，顕著な潮境を隔てて沿岸系水の影響しているような暖流系水内であると考えられるのである．故に，両系水の一つが偏在，消失したり，その出現に遅速があつたりすると，カツオの漁場構成は極めて困難になるのであろう．

終りに臨み，本研究のために多くの貴重な調査資料の提供と御教示を賜つた東北水産研究所の木村所長始め関係所員各位並びに長崎海岸気象台，長崎県水産試験場，熊本県水産試験場の関係各位に対して深甚なる敬意と謝意を表する次第である．

文　献

1) Japan Meteorological Agency: The Results of Marine Meteorological and Oceanographical Observations No. 11～21, (1953～1958)
2) 長崎県水産試験場：五島灘並にその周辺調査1～30号，(1953～1958)
3) 熊本県水産試験場：対馬暖流調査事業成績報告，(1956～1958)
4) 永井正男：海象と気象 Vol. 6 No. 2～4, (1954)
5) 川崎健：東北海区水産研究所報告11号，(1958)
6) 盛田友弐：対馬暖流開発調査報告書第1輯（水産庁），(1958)

スプライスの滑脱について（第1報）

滑脱力と原索破断力との関係について

植　田　総　一

On the Tucked-Strand's Slipping-off in Various Forms of Splices for Joining the Rope-I

—On Relation between the Strains for the Slipping-off and the Breaking Stress of the Original Rope—

Soichi Ueda

When the rope jointed by means of spliccing is brought into use, the tucked strand's "slipping-off" will often cause various accidents.

So, the special Manila rope (8 mm in diameter) spliced in a different condition from ordinary one, was put to the hauling test, and both in the short-splice and eye-splice, the co-relation between the strains acting as the cause of slipping off and the breaking-stress of the rope used was examined, with the following results.

(1) Provided that the rope was strained with gradual aggravation (stressing-velocity : 4.0～4.1 cm/min), in case of short splice, when the rope was tucked at either end, and only once, the used rope was slipped-off at about 30% breaking stress of the fixed limit : while the tucking of it, once, at the both sides of the end, prevented it from being slipped-off, and in this case, 79% of the breaking stress of the fixed limit was necessitated to let it be broken.

(2) In case of eye-splice, one-time tucking was enough to prevent it from being spliced off, the possibility of slipping-off was found to be less than in case of short-splice.

(3) As the breaking stress necessary for the "slipping-off" is related to the stressing velocity and the Lay, cares should be taken not to put the laying-mesh into loosing state.

緒　　言

漁船具には多くのロープが接いで使用されているが，接ぎ方が不充分なため屢々漁船具に損失を齎らしている．

昭和25年米国式鰹鮪巾着網漁船第28海鳳丸の漁網損失事故[1]もこの例である．即ち手木ロープ引寄用ブロックを掛けるために環綱旋込用スタンションに設けたマニラロープ製スリングのスプライス部分が滑脱し，これが原因の一つとなつて漁網全部を海中に投棄するという大事故を起している．

このスリングは片側のストランドだけタックした不充分なスプライスによつて製作されたものである．

其処で，ロープを接ぐ方法として多く用いられているスプライスの滑脱について，ショートスプライス，アイスプライス及びショートスプライスを施して製作したスリングの引張り試験を行い，スプライスを施した部分の滑脱荷重と原索の破断力との関係を求め，若干の考察を試みた．

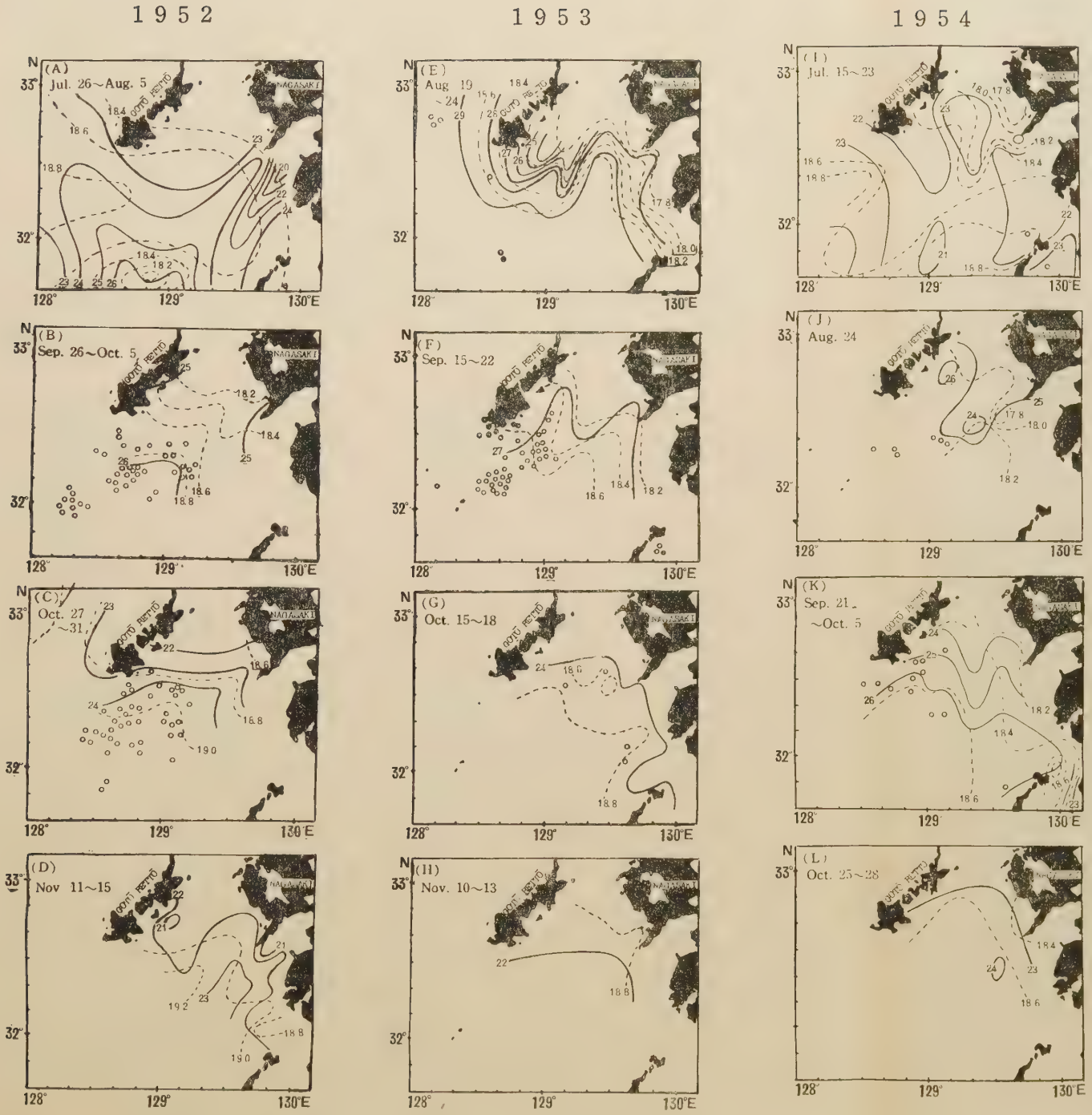
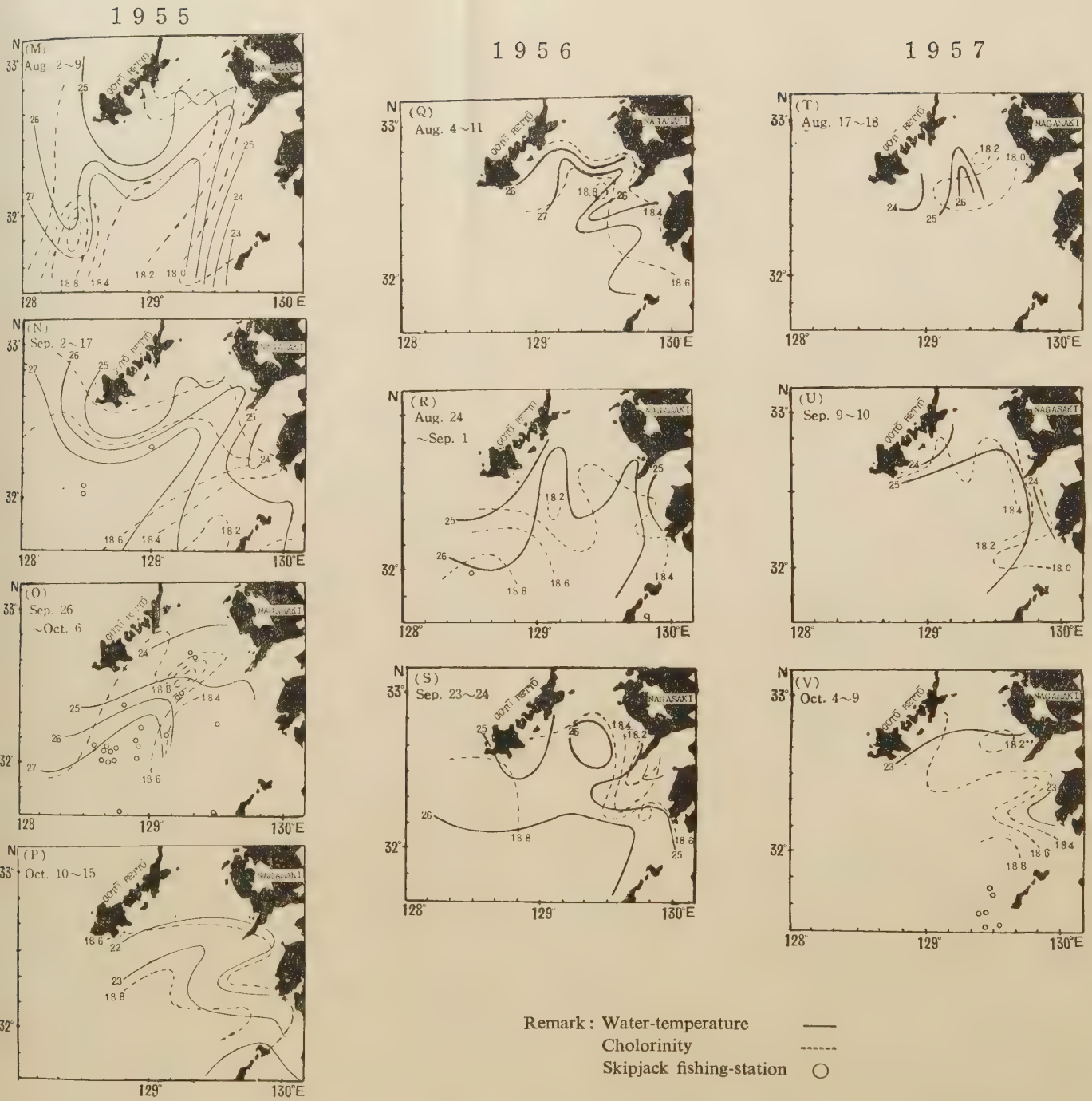


Fig. 4. Showing skipjack fishing-station, horizontal distribution of temperature



C) and cholorinity (‰) at 25 m layer at the Waters near the Gotō Rettō.

試　　験

使用索：径8 mm マニラロープ（J. I. S. 1種合格）

試験機：アムスラー竪型5屯引張試験機

試験方法：

スプライスの条件を変えた試験索（1, 2, 3, 4図）を 4.0～4.3 cm/min の極めて緩かな速度で引張り，スプライスした部分を滑脱させ，又は切断した．

Fig. 1. Straight rope.

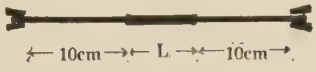


Fig. 2. Short splice.

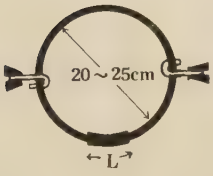


Fig. 3. Sling.

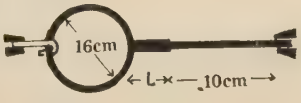


Fig. 4. Eye splice.

試験結果：

次に示すスプライスの条件によつて表記の結果を得た．

1) 原索の破断力（Table 1.）

2) ショートスプライス（1本の索の両端をショートスプライスしたロープスプリングの場合を含む）に於て．

i) 片側のストランドのみ1回タックした場合

ii) 両側のストランドを1回タックした場合

iii) 両側のストランドを2回タックした場合

3) アイスプライスに於て．

i) 1回タックした場合

ii) 2回タックした場合

2), 3) の結果は Table 2 に示す．

Table 1. Breaking stress of the original rope.

No.	Breaking stress (kg)
1	642
2	670
3	690
4	660
Mean:	666.55 kg

Table 2. Result of the hauling test.

Method of splice		No	C (cm)	L (cm)	S or B (kg)	P (%)	Remark
Short splice	one-time-tucking at either side of the strand	5	4.3	3.5	149	22.3	were slipped
		6	4.6	3.5	195	29.2	
		7	4.5	3.5	248	37.2	
		8	4.6	3.7	207	31.0	
		9	4.3	3.7	155	23.4	
		10	4.4	3.8	242	36.3	
		11	4.3	3.8	260	39.0	
		12	4.4	3.8	215	32.2	
		13	4.3	4.0	215	32.2	
		14	4.9	4.0	160	24.0	
		15	4.6	4.0	160	22.5	
	one-time-tucking at both sides of the strand	16	4.8	5.0	290	43.5	were brocken at the spliced part, except No. 16
		17	4.9	4.0	340	51.0	
		18	4.6	4.5	470	70.5	
		19	4.9	4.7	530	79.5	
		20	4.9	4.7	523	78.4	
		21	4.7	4.7	567	85.0	
		22	4.7	4.7	550	82.5	
		23	4.6	4.7	540	81.0	
		24	4.6	4.7	550	82.5	
		25	4.6	4.8	520	78.0	
		26	4.9	4.8	538	80.7	
		27	4.7	4.8	530	79.5	
		28	4.8	5.0	455	68.2	
		29	4.9	5.3	555	83.2	
		30	4.9	5.5	430	64.5	
		31	4.2	5.5	570	85.5	
		32	4.1	5.5	565	84.7	
		33	4.2	5.5	575	86.4	
		34	4.9	6.0	537	80.5	
		35	4.9	6.0	532	79.8	
	two-times-tucking at both sides of the strand	36	4.5	6.5	550	82.5	were brocken
		37	4.7	6.9	520	78.0	
		38	4.7	6.9	510	76.5	
		39	4.3	7.0	430	64.5	
		40	4.9	7.2	543	81.0	
		41	4.7	7.3	545	81.7	
		42	4.2	8.0	550	82.5	
Short splice; (Sling)	one-time-tucking at either side of the strand	43	4.3	2.8	285	42.7	No. 43~48 were slipped
		44	4.6	2.8	386.5	57.9	
		45	4.5	2.9	385	57.7	
		46	4.9	3.0	326	48.8	
		47	4.5	3.0	295	44.2	
		48	4.4	3.3	300	45.0	No. 49~53 were brocken at the part of machine's chuck
		49	4.4	2.8	381	57.1	
		50	4.3	2.9	315.5	47.3	
		51	4.6	3.0	290	43.5	
		52	4.5	3.0	285	42.7	
		53	4.7	3.0	285	42.7	
	one-time-tucking at both sides of the strand	54	5.1	5.2	437.5	65.5	No. 54~56 were brocken
		55	5.0	5.0	507.5	76.1	
		56	4.7	5.2	387.5	58.1	
		57	4.7	5.5	450	67.5	No. 57~65 were brocken by hook (set in chuck)
		58	4.8	5.5	350	52.5	
		59	4.6	5.5	400	60.0	
		60	4.9	5.0	482.5	72.3	
		61	5.0	5.0	400	60.0	
		62	4.8	5.0	370	55.5	
		63	4.7	5.0	485	72.7	
		64	4.4	5.0	385	57.7	
		65	4.8	5.3	385	57.7	

Method of splice		No.	C (cm)	L (cm)	S or B (kg)	P (%)	Remark
Eye splice	one-time-tucking	66	4.6	3.8	515	77.2	were brocken
		67	4.6	4.0	541	81.1	
		68	4.7	4.0	445	66.7	
		69	4.7	4.0	490	73.5	
		70	4.7	4.0	540	81.0	
		71	4.7	4.0	580	87.0	
		72	4.8	4.0	535	80.2	
		73	4.8	4.2	550	82.5	
		74	4.6	4.2	570	85.5	
		75	4.8	4.0	450	67.5	
		76	4.7	4.0	460	69.0	
		77	5.0	4.2	560	84.0	

Note: No. Test number
C Circumstance of spliced part
L Length of spliced part
S Slipping strain
B Breaking strain
P Rate of strain per original rope

考　　察

試験結果から，原索破断力に対するスプライスを施した部分の滑脱，破断荷重を纏めると Table 3 である．

Table 3. Conclusion of the Test.

		Slipping strain			Breaking strain		
		max. %	min. %	mean %	max. %	min. %	mean %
Short splice	once-tucking at either side	39.0	22.5	29.9			
	once-tucking at both sides				86.4	51.0	77.9
	twice-tucking at both sides				82.5	64.5	78.1
Short splice (Sling)	once-tucking at either side	57.9	42.7	49.3			
	once-tucking at both sides				76.1	58.1	66.6
Eye splice	once-tucking				87.0	66.7	79.4

Note: Mean prices are not average between max. and min.

1) ショートスプライスでは，片側のストランドを1回タックしただけでは，原索破断力の 30 % の荷重で全部滑脱するが，両側のストランドを夫々1回タックすれば，殆んど滑脱せず，50～80 % の荷重にて，スプライスを施した部分の両端のうち，何れかの端で切断する．2回以上タックしても，抗張力は極端に増加しない．

2) 西原，杉浦氏の実験[2] に依れば，両側のストランドを1回タックした場合は滑脱しているが，引張速度(註1) の相違が関係したものであろう．

3) Test No. 16, 17 は上撚りを若干戻した不良試験索である．1本は滑脱，他は切断されたが他の試験索に比べ弱い．

4) 田内氏[3] は撚糸の衝撃に対する強さについて，$\frac{E}{\sigma}=f\frac{\omega v}{\sigma}$ (註2) を述べている．ロープのスプライス部分の滑脱力も，f 値を変えることにより成立するものと考えられる．(註3)

(註 1) 西原・杉浦氏：15 cm/sec. 本実験：4.0～4.1 cm/sec.
(註 2) E; 切断する迄に加えられた仕事の量．ω; 衝撃を加える物体の重量．v; 衝撃の速さ．f; 糸の繊維の種類，撚等による．σ; 糸の単位長さの重量．
(註 3) 3) に述べた上撚りの減少による滑脱力の増加．

5）スリングの滑脱荷重及び切断荷重は2本のロープとして1/2の価をとつた．

試験に於て，片側のストランドを1回だけタックした場合は，同じ条件でスプライスした2本の短索の場合よりも滑脱し難く，抗滑脱力は 20 % 増加し，平均 49 3 % の価を示している．

試験は2本のフックにかけて，各々引張つた結果，フックにかけた部分で切断されたものがかなりあり，46.7 % で，平均滑脱荷重に近い値を示している．

スリングの場合は　スプライスを施した部分が伸長して，フック等の摩擦で2本のロープを均一に引張れない事が試験により観察された．或る限度迄，スプライスした側のロープには荷重が余りかからず，他の1本にかかるいめ，抗滑脱力（抗張力）は増加している．

6）アイスプライスは同じ条件のショートスプライスより滑脱し難く，1回タックした場合には滑脱せず，79.4 % で切断している．これに近い条件の東京製綱 K. K. の実験[1)(註4)]でも 87.5 % で切断している．

滑脱しない原因として考えられることは，アイスプライスは一方のストランドをタックするものであるから，上撚りの減少を来すことがなく，引張つた場合の側圧による摩擦力が減少することが少いことである．従つて，タックしたストランドも自由廻転することが少い．

結　　語

各スプライス方法によつて接いだロープを使用するとき，急激な緊張を加えなければ，各ストランドを夫々1回タックすれば滑脱しない．

併し本実験の様に緩かな速度で徐々に引張ることは実際上は極く稀である．急激な緊張の場合には，一般的に2倍の抗滑脱（張）力が要求されるものと考えられるので，3回以上タックしなければならない．

緒言に述べた海鳳丸事故の原因をなしたところの片側のストランドのみをタックしたスリングに就ては勿論，引張り荷重の問題はあるが，抗滑脱力に減少を来す大きな要因として上撚りの減少，タックしたストランド端の自由廻転，引張速度等が考えられるので，スリング製作に限らず如何なる場合でも，スプライスを施すときは両側のストランドをタックすることを忘れてはならない．

今後，ロープの種類，太さ，索径，引張速度，撚り等の諸条件を変えて，スプライスの滑脱について究明する予定である．

終りに試験索の製作に援助下さつたかごしま丸甲板部各位，試験機使用に就て便宜を賜わつた鹿児島県工業試験場，試験測定に当つた本学部学生中川武君等の方々に深甚なる謝意を表する．

文　　献

1）高橋善三：第28海鳳丸米国式鰹鮪巾着網喪失報告書写（昭和25年水産研究会）
2）西原義久・杉浦昭典：ロープの接ぎ方とその強さについて（第1報）航海学会誌16号（1957）
3）田内森三郎：水産物理学（朝倉書店1949）
　宮本秀明：定置網漁論（河出書房1952）
4）東京製綱KK蒲郡工場：マニラロープ結節に依る強力試験（G 31-38）（1956）

（註4）径12mm索使用し1回タックした後，ストランドのヤーンを半分にして更にタックした．
引張速度：4時/分

紙模型に依る 復原力交叉曲線作成法に就て

奈 良 迫 嘉 一

On the Efficiency of the Blom's Mechanical Method in Obtaining the Cross-Curve

Yoshikazu NARASAKO

The working usefulness of the Blom's mechanical method in obtaining the Cross Curve was brought into clarification, and its accuracy, applied for the case of a small boat, was confirmed to be within 6～7% in error at most.

Compared with Integrator method which has been adopted usually, the Blom's mechanical method was proved to be less expensive in its cost as well as more concise in its principle.

1. 緒 言

旅客船を始め，渡船，漁船の如き小型船舶の海難は，戦前，戦後を問わず頻発の気味があり，運輸省の「船舶復原性規則」，「小型船舶等安全規則」，或いは水産庁の「漁船検査規則」等最近に至つて関係官庁は次々と立法手続に依り夫々の船舶復原性基準を規定し事故防止に懸命の努力を払いつつある．然しながら其の際必要とされる肝心の復原力交叉曲線に就いては従来 Integrator method が正当とされているためこの器械をもたない地方造船所に於ては当初から交叉曲線の作成を不能の事とし，放棄乃至無縁のこととして顧みなかつた．筆者は原理的にも簡単で且つ特別な器材を要せず地方造船所に於ても容易に行ない得る紙模型に依る交叉曲線作成法，所謂 Blom's mechanical method を試み，従来の Integrator method との比較を行ない其の長短得失を検討した．

2. 実 験 方 法

鹿児島海上保安部巡視艇「海鷲」総噸数 68 t，主機 250 H.P. の線図 Fig. 1 を利用し製図用紙（市販 AF ケントの 150 听）に正面線図（縮尺 1/20）等間隔のみの横断面 A. P., 1, 2, 3, 4, 及, 6, 7, 8, 9, F.P. の形を針で刺して写し取り上甲板以下の両舷全部を表わす各断面形を切り抜き之に中心線及び水線を記入してもとの相互位置に重ね合せできるだけ少い糊（市販フエキ糊）ではり合せた後，室内にて自然乾燥のため約 1 日放置した．（筆者等の実験では酷暑の 8 月 27 日～28 日，気温 26°C～27°C，湿度 80～85% で約 25 時間経過の後模型紙は恒量となつた．）次に紙模型全量を正確に天秤で測定し，更に一番上の水線から上部を切り去つた残りの模型の目方を測る．各水線に対しても上記操作と測定を繰返し行えば之等の測定値はすべて排水量に比例すると考えられるから排水量曲線より模型の目方と排水量との関係を示す Fig. 2 が得られる．同様の紙模型を更に 6 組作り，夫々求める傾斜角 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° の各々に就て水線に依る分割容積が略々等量と

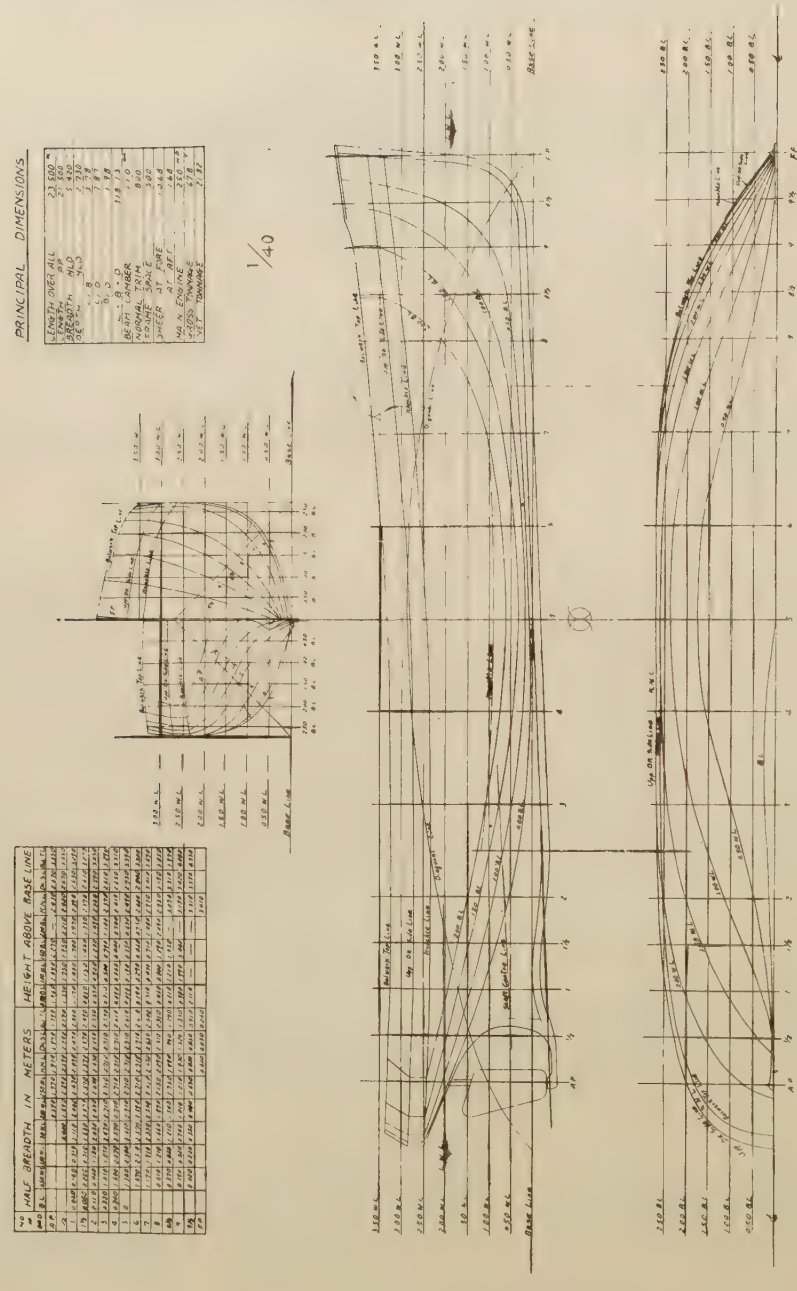

PRINCIPAL DIMENSIONS
LENGTH OVER ALL 23.600 m
LENGTH B.P. 21.400
BREADTH MLD 3.900
DEPTH MLD 2.730
DRAUGHT 1.820
0.0 8.8
0.0 7.7
0.0 7.0
BEAM OF BRIDGE 11.0 m
NORMAL TRIM 0.0
FORWARD DRAUGHT 3.00
AFTER DRAUGHT 4.60
MAIN ENGINE 250 HP
GROSS TONNAGE 478 T
NET TONNAGE 271 T
1/40
OFF SET
HALF BREADTH IN METERS
HEIGHT ABOVE BASE LINE
Base Line

Fig. 1. Lines.

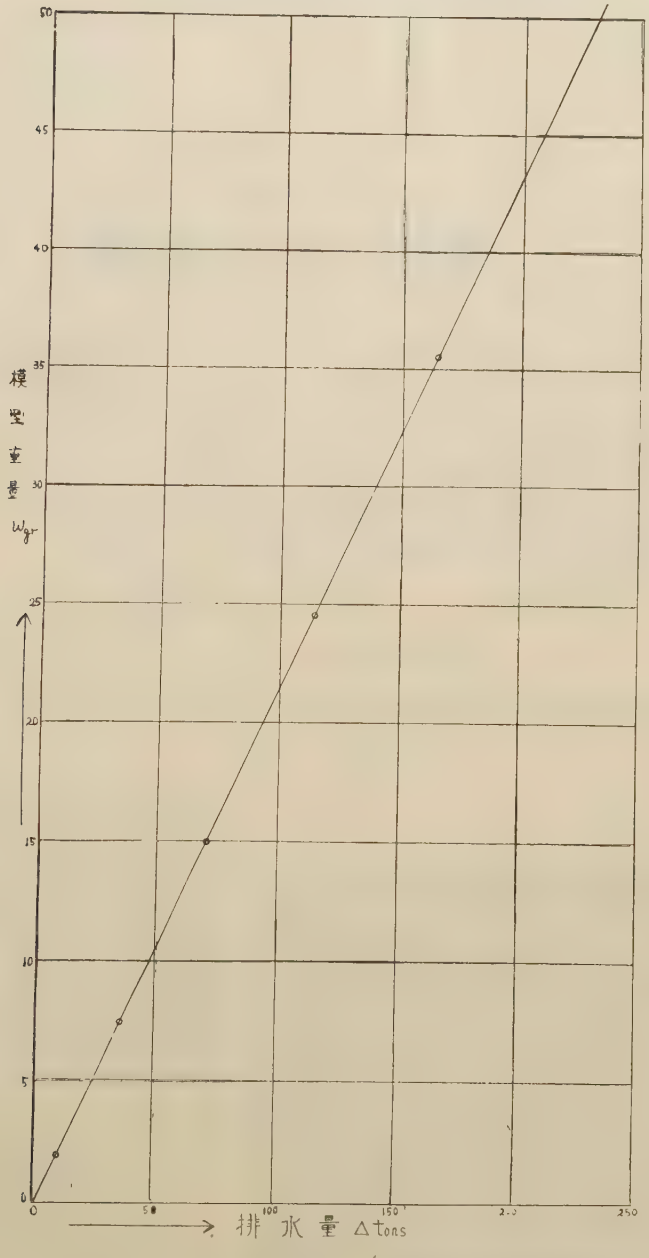


Fig. 2. Relation between wt. of paper model and wt. of displacement.

なるように適当な間隔で水線4本を引く．先づ 15° の模型紙をとりこの上の水線から上部を切り去つて模型の目方を計れば Fig. 2. からその排水量が分り，之を Plate 1 の如く錘子を下げた糸で 3 カ所ほど順次に吊り下げてその錘子の線の交点から重心位置即ち浮心位置を求める．次に交叉曲線が基線の下方へ延びないよう仮定重心高さを傾斜角 90° に於いても正の復原挺が得られる位充分低く船の深さの 1/2, KG＝1.365 m に定める．之より仮定重心高さに対する GZ を作図で求めることが出来る．以下下方の各水線に対しても同様に行う．他の傾斜角 30°, 45°, …, 等の組に対しても同様の方法で GZ を求め之等より交叉曲線Fig. 3 を画く．

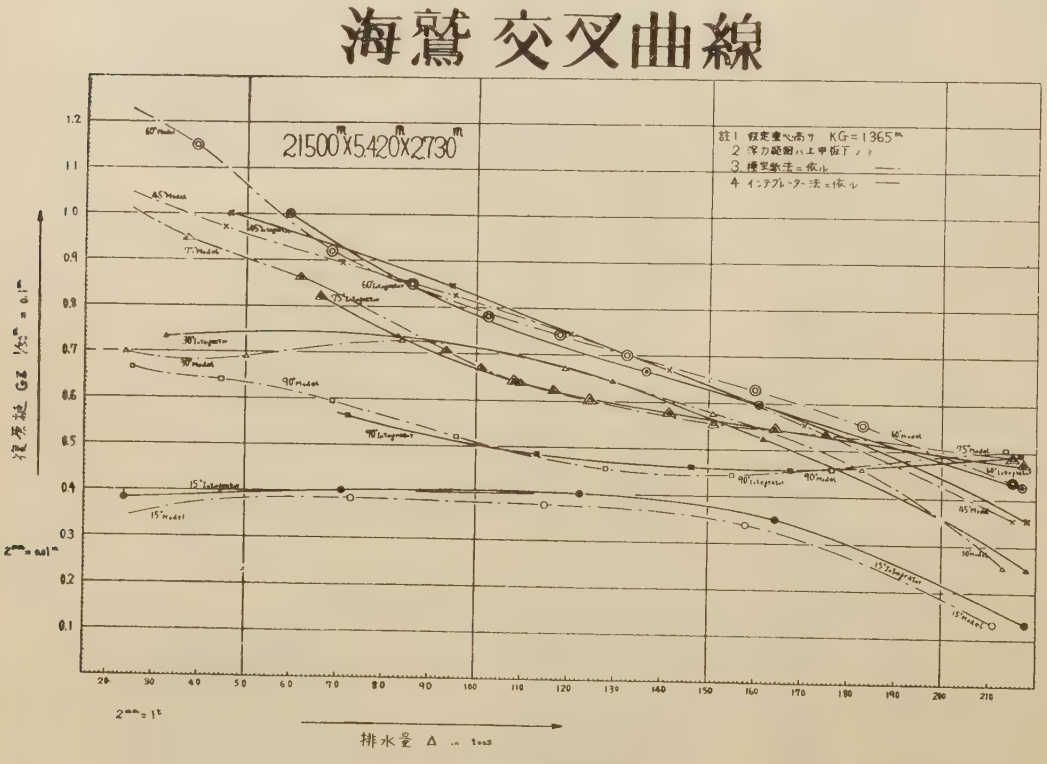


Fig. 3. Cross curves.

次に比較のために通常の Integrator method に依つて交叉曲線を画く．即ちチェビチェフ法則に基づき 8 座標 1/2, 2, 3, 4½ (爻), 5½ (爻), 7, 8, 9½ の各正面線図（縮尺 1/20）断面 Fig. 4 を両舷及び甲板上面に亘つてそのまま写す．この中 4½ 及び 5½ 断面は殆んど船体平行部であるから上甲板修正の他はすべて中央横断面をそのまま用いる．前回と同じく中心線及び仮定重心高さ KG＝1.365 m を記入する．Plate 2 の如く横断面図上に大きなトレーシング紙を置き之に軸及び之に直角に 4 本の任意等間隔水線（略船の最大深さの 1/5 間隔）を書き入れ，横断面図には G を中心とする傾斜角度を 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° と記入する．仮定重心 G を軸に一致させて上からピンで G を押さえ，横断面図を所定の傾斜角迄回転させる．次に積分器の軸を上記軸と一致する如く積分器を定置する．茲に使用せる器械は九州大学造船学教室設置のもので器械番号 No. 1029，面積係数

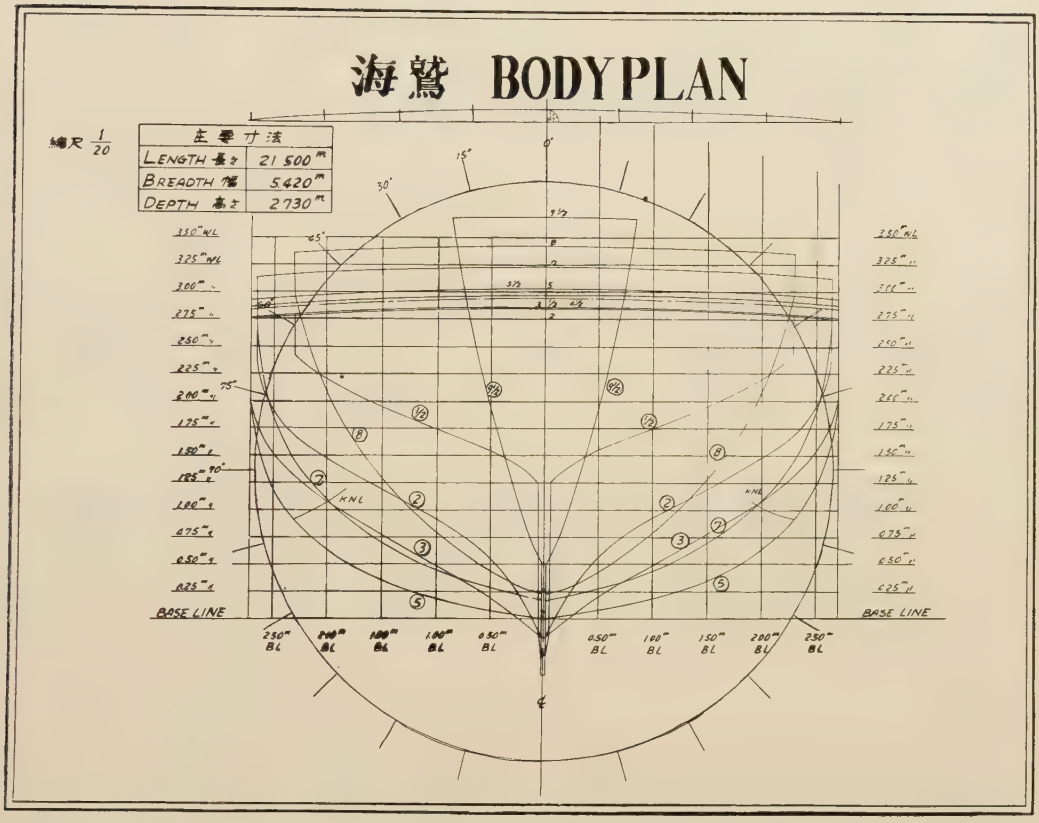


Fig. 4. Body plan.

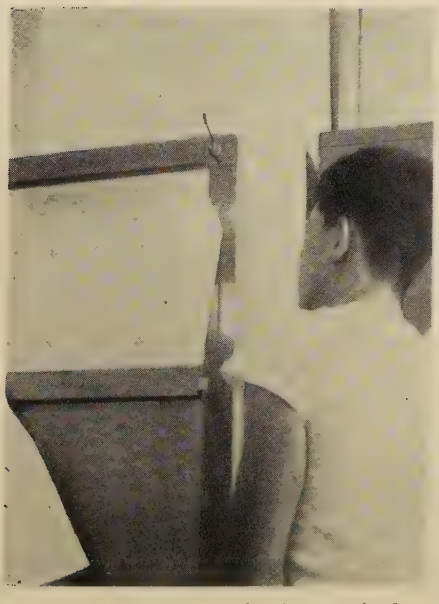


Plate 1. Blom's mechanical method.

Plate 2. Integrator method.

0.0000258 m², モーメント係数 0.000002596 m³. 積分器のトレース針を船体中心線と水線との交点上に置き，面積転輪とモーメント転輪の読みを計算表に記録，次に時計の針の廻る方向に各水線間の各横断面を連続的に第1から第8断面まですべて廻し終つて元の位置に戻つた時再び各転輪の読みを記録する．この手順を各傾斜角に対して行い計算表に記入する．その綜合結果から復原力交叉曲線 Fig. 3 を画く．

3. 実 験 結 果

上述の手続に依つて交叉曲線 Fig. 3 を得，之より空荷状態，満載出港状態の夫々に就て静的復原挺曲線を画けば，Fig. 5 の通りとなる．又之から GZ_{max}, $\theta_{max\cdot GZ}$, $\theta_{GZrange}$ を示せば Table の通りとなる．ここに（ ）内は integrator に依る数値に対する誤差を示す．

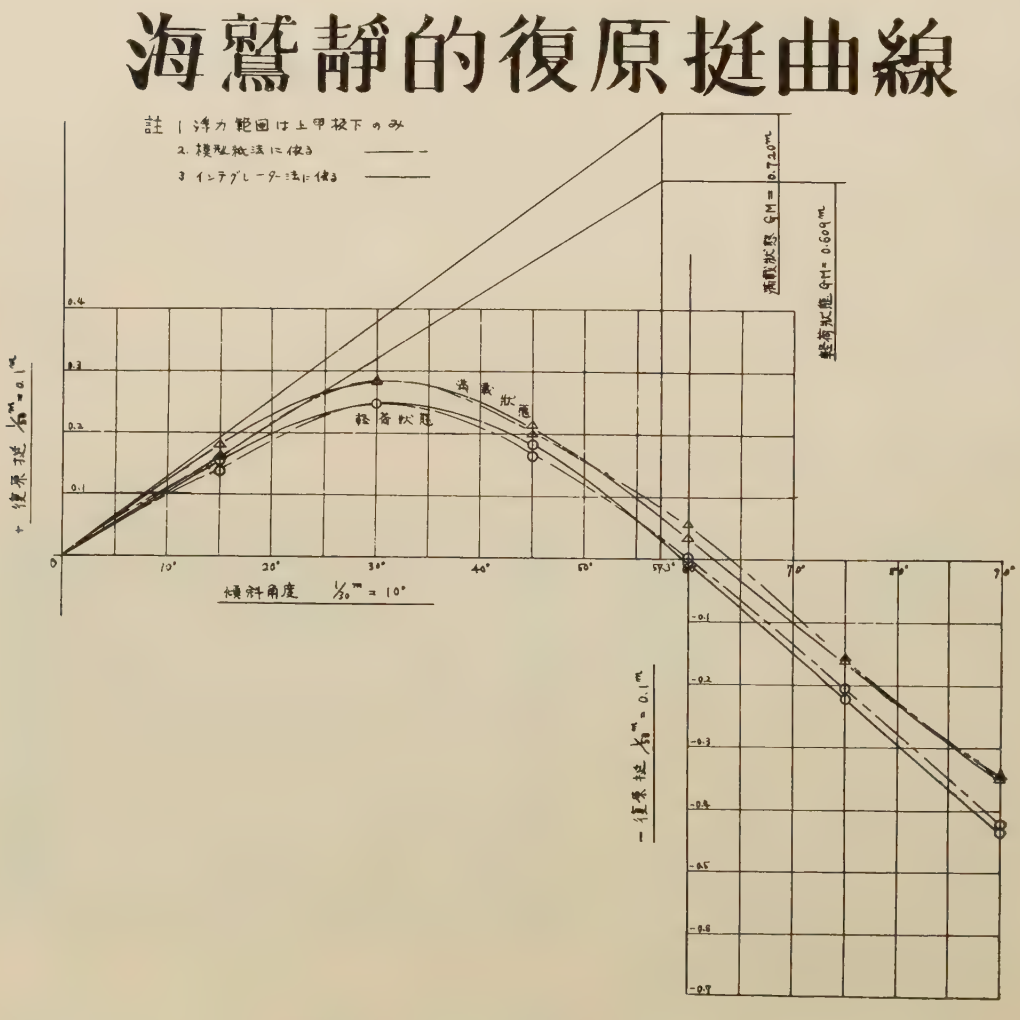


Fig. 5. Statical Stability curves.

	軽荷状態		満載状態	
平均吃水	1.895 m		2.044 m	
排水量	90.132 T		103.892 T	
KM	2.930 m		2.932 m	
KG	2.321 m		2.212 m	
GM	0.609 m		0.720 m	
KG/D	0.850		0.810	
復原範囲	60.2° (0.51%)	59.9°	64.3° (2.55%)	62.3°
最大復原挺	0.250 m (0%)	0.250 m	0.286 m (0.70%)	0.284 m
同上角度	30.5° (−5.28%)	32.2°	31.4° (−0.63%)	31.6°
	模型紙	インテグレーター	模型紙	インテグレーター

Table Comparison between statical stability by Blom's mechanical method and by Integrator method.

4. 考　　察

そもそも復原力の計算には三つの仮定が置かれる．即ち

(1) 船の舷窓は勿論，常設閉鎖装置のないものや非水密の艙口，天窓，通風孔，煙突等の開口は復原力範囲に於て水密を保つものと見做す．

（註）昭和31年12月公布された復原性規則に依れば，復原挺曲線は実際に開口から浸水を始める傾斜角，所謂海水流入角より先は点線で区別して示すようになつた．

(2) 船の重心は傾斜の場合も移動しないとする．

(3) 傾斜しても船のトリムは不変とする．

従つて復原力計算は比較的な意味でこそ価値があるので絶対的数値は得られないと見るべきである．従来基準とされる Integrator method に就て考えるに integrator の器械自身の精度は大体面積が1%以内，モーメントが2%以内の誤差でかなり高いものであるが，トレースの際の個人誤差，更には適用するチェビチェフ法則（8座標）の誤差からその数値はかなり信頼度が落ちるものと考えられる．然しながら現在復原力計算が多少の誤差を伴なつても上述のように比較的な意味をもつていること，最も少い手数で且つ器械的に短時間（約1週間）で行い得ると云う理由で高価な integrator（時価30万円）が一般に使用されている．

一方 Blom's mechanical method は如何と云うに，原理が余りに明白であり，而も各種船型の相異に依る修正を必要とせず仕事は単に紙と糊だけと云う誠に経済的な方法である．それだけに当然一般に得られる数値の信頼度は非常に低いものと予想される．然しながら筆者等の実験結果に依れば小型船の場合 Cross curve の値は Integrator method に比し多少その精度は落ちるが誤差も最大 6.25% であつて充分実用に供せられることが判つた．唯器械でやることを人がやるため仕事の全過程に恒に誤差発生の危険があり，終始仕

事は緊張して続けられねばならないこと，又手間と時間（約2週間）を喰うことは止むを得ないことながら最大の欠点と思われる．以下両者の長短得失を列挙してみると

	Integrator method	Blom's mechanical method
利得	1. 手軽で速やかに計算出来る．（Blom's mechanical method の 約½） 2. 得られる数値の精度がかなり高い． 3. 船型の如何を問わず適用出来る．	1. 紙と糊だけで費用は殆んど要しない． 2. 精度はやゝ落ちるけれども充分実用に耐える． 3. 船型の如何を問わず適用出来る． 4. 原理が簡明で誰でも理解し易い．
損失	1. 器械購入に高額の資本を要する． 2. 原理がやゝ高級で難解． 3. トレース針を廻すときの個人誤差が大きく影響する．	1. 手間と時間を喰う．（Integrator method の約2倍） 2. 誤差の入る機会が仕事の全過程に存在し非常に心気を労する．

5. 結　　言

Cross curve を得る方法として，従来の Integrator method に比し，原理的にも簡明で且つ費用も殆んど要しない Blom's mechanical method の実用性を明らかにし，特に小型船ではその精度もかなり高く 6～7％以内の誤差であることを明らかにした．

最後に本実験に協力して戴いた研究室補助員五反田省三君に対し深く謝意を表する．

文　　献

矢野　剛・長塚誠治：復原力の近似計算法に就て　1958. 4. 播磨造船技報 No. 7
首藤保信・村上理則：近似復原力計算について　昭和28年12月西部造船会々報第7号

カツオ塩辛に関する研究－I

—幽門垂中の Proteolytic enzyme について—

大城善太郎・出口重遠

Studies on "Katsuo-shiokara„－I

—On the Proteolytic Enzyme in the Pyloric Coeca of Skipjack.—

Zentaro Ooshiro and Shigeto Deguchi

"Katsuo-shiokara„ is a kind of food exclusively fit for the Japanese taste. Its making consists of mellowing the skipjack pyloric coeca stomach and intestine after being doused with a considerable amount of salt with the purpose of preventing the bacterial spoilage.

Its good flavor is widely appreciated by the Japanese.

The authors investigated on the proteolytic enzyme of the pyloric coeca of skipjack, which was assumed to be a chief catalyzer of mellowing the "Katsuo-Shiokara„ from the point of enzyme chemistry and food technology.

緒　　言

カツオ塩辛はカツオ節製造の際の廃棄物たる幽門垂・胃・腸，場合によつては肝臓を混合し，之に食塩を20%前後の濃度となるように加えて防腐しつつ長期間熟成させたものである．製品は極めて旨味を有し而も生鮮時又は仕込直後における腥臭は殆んど消失し，むしろ特殊な香味さえ感じられる吾国独特の嗜好食品である．

カツオ塩辛の熟成に関する報告はあまり多くは見当らないが，奥田[1]，清水[2]等の研究がある．奥田はカツオ塩辛から強力な Trypsin, Amylase を抽出し，又作用力は弱いが Lipase をも分離証明している．清水は熟成の進行と共に好塩菌による分解作用が起ることを指摘している．

而し乍らカツオ塩辛製品のように高濃度の食塩溶液（約20% NaCl Soln. に相当）において，原料中の所謂自己消化酵素がどの程度の activity を示し且つ安定であるか等の問題についてはあまり明らかでない．

筆者等はカツオ塩辛の熟成に関与する酵素の中で特に proteolytic enzyme（proteinase が自己消化の主役を演ずると思われるが，peptidase も当然それに参加するから，総括的な名称として便宜上 proteolytic enzyme とする）の性質を塩辛製造加工の面から検討したので，茲にその結果の大要を報告する．

実　験　方　法

I. 試料

鹿児島県山川港に水揚げされた極めて新鮮なカツオより採取した内臓を氷蔵して本学部実験室へ持帰り，幽門垂，胃・腸を夫々充分洗滌し，胃腸はやや大き目に切断して水切す

る．然る後三者を配合して，その2割5分に相当する食塩を加えて（19％ NaCl soln. に相当）1日に1回づつ攪拌して熟成させた．又酵素実験は上記の幽門垂を50倍量の蒸溜水と共にミキサーにかけて抽出し，更にそれを10倍に稀釈して用いた．又熟成後期における enzyme activity の低下したものは適宜稀釈して測定し，換算して比較した．

II. Proteolytic enzyme activity の測定法

Anson,[3] 萩原[1] 等の方法に準拠した．即ち2％カゼイン溶液に Atkins-Pantin の PH 8.8 の borate buffer soln. 1 ml を加えて 37°C で 10 分反応せしめ，之に 0.4 M トリクロール酢酸 2 ml を添加して 37 C で 10 分加温し沈澱を完成させて濾過する．濾液 1 ml に 0.4 M 炭酸ソーダ 5 ml, Folin 試薬（原液5倍稀釈）1 ml を加え 37°C で 20 分加温呈色せしめる．後 10 mm のキューベットに移し，660 mμ で吸光値（O. D.）を読み対照との差を以つて proteolytic enzyme の relative activity とした．

実験結果並びに考察

I. 至適 PH

2％カゼイン溶液 1 ml に Sörensen-Palitzch の phosphate buffer 若くは Atkins-Pantin の borate buffer を 1 ml 宛加えて PH を調節し，之に酵素液 1 ml を加えて 37°C で 10 分反応せしめて，至適 PH を求めたところ Fig. 1 の如くなり，おおむね 8.6～9.0 であつた．

II. 至適作用温度

2％カゼイン溶液に borate buffer を加えて PH 8.8 となし，之に酵素液を加えて反応させ，最適作用温度を求めたところ，Fig. 2 に示すように 45～50°C であつた．

至適温度における activity は 20°C における夫の約5倍，25°C における夫の 2.5 倍に相当する．

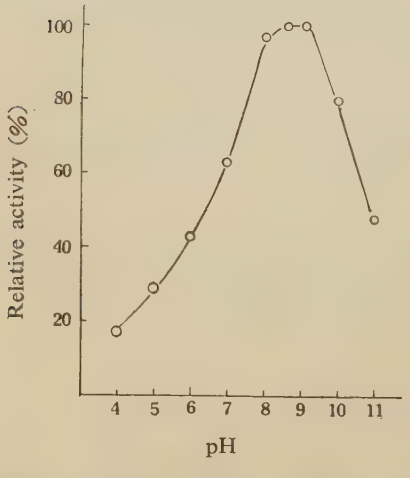


Fig. 1. Effects of pH on proteolytic enzyme activity of the pyloric coeca of skipjack.

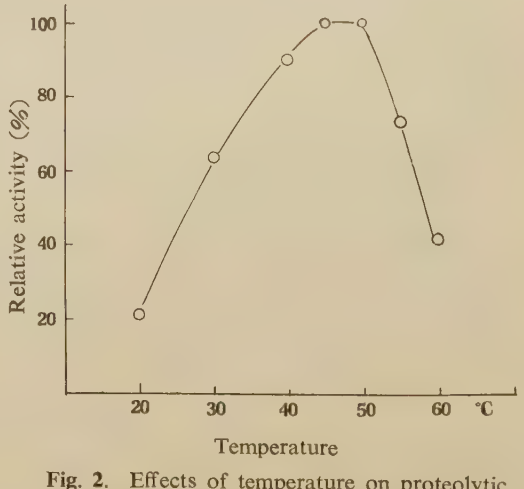


Fig. 2. Effects of temperature on proteolytic enzyme activity of the pyloric coeca of skipjack.

III. 酵素の安定性に及ぼす PH の影響

幽門垂を 10 倍容の蒸溜水とミキサーにかけて酵素を抽出し，その 1 m1 に Mc Ilvaine の citrate-buffer, Atkins の borate-buffer を夫々 1 m1 づつ加えて PH を 4, 5, 6, 7, 8, 8.8, 9 に調節し，37°C で 24 時間 incubate する．後各々に蒸溜水を加えて約 20 m1 となし，IN-NaOH で PH 8.8 として更に蒸溜水を加えて 25 ml となす．

その 1 ml に PH 8.8 の borate buffer を 1 m1 加え，之に 2 % カゼイン溶液 1 m1 を加えて 37°C で 10 分反応せしめて，activity を測定してその安定性を検討した．

その結果は Fig. 3. の通りで PH 7.0～8.0 では殆んど安定であるが，それよりアルカリ側か酸性側で処理されると酵素が失活することが認められた．前述の至適 PH 8.8 においては 24 時間で 5 % の失活さえ見られ PH 9 では 15 % も失活することが認められた．このことから酵素作用の至適 PH において，その酵素が安定であるとは云い切れない．吾々の実験結果からは，酵素蛋白分子が幾分 modify されるようなところにむしろ酵素作用の至適 PH が存在するようにさえ思われた．

IV. 酵素の加熱操作に対する安定性

酵素液 1 ml を 30°C, 35°C, 40°C, 53°C, 64°C, 70°C の恒温水槽中で 10 分間加熱して，水道水で冷却し，後 37°C で前記諸実験と同様にカゼインを基質として activity を測定し，その熱に対する安定度を検討した．結果は Fig. 4 の通りである．これから明らかなように 40°C 迄は殆んど影響を受けないが，45°C で幾分失活し，53°C で initial activity の約 92 %，64°C で 22.5 % と云うように急速に失活し，70°C では完全に変性失活する．

加熱処理の場合にも PH の影響と同じように酵素作用の至適温度（45～50°C）ではむしろ酵素蛋白がやや不安定であることが認められた．

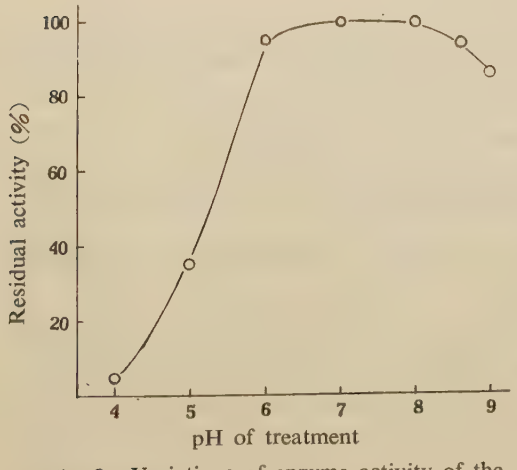


Fig. 3. Variations of enzyme activity of the enzyme solution after being subjected to acid or alkaline treatment.

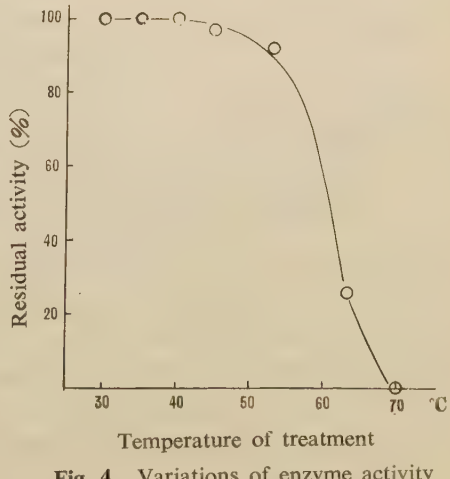


Fig. 4. Variations of enzyme activity of the enzyme solution after being subjected to heat treatment.

V. 酵素作用に及ぼす食塩濃度の影響

カツオ塩辛の食塩含量は 17～22 % にも相当するから，内臓酵素特に proteolytic enzyme による消化作用も可成り阻害されることが考えられる．永田[1] は塩蔵鰊の品質に及ぼす内

臓液汁の影響を試験し，食塩濃度 21 % のような環境でも徐々に蛋白酵素が作用することを報告している．

筆者等はカツオ塩辛に就いて，proteolytic enzyme の作用が食塩によつてどの程度阻害されるかを検討した．即ち 2 %カゼイン溶液に食塩を加えて各種濃度のものを作り，その 3 m1 に 0.5 m1 の酵素液を加えて 37°C で 10 分反応せしめ，常法の如く処理してフエノール試薬で呈色させ activity を測定し夫々を比較した．その結果が Fig. 5 の通りである．図より明らかなようにカツオ塩辛は自己消化特に proteolytic enzyme の作用を期待する食品ではあるが，食塩濃度が 19 %（2 割 5 分塩）のときは対照（無塩の場合）の 10 %，又 22 %（3 割塩）のものでは僅か 4 %相当の activity しか示さないことが認められた．

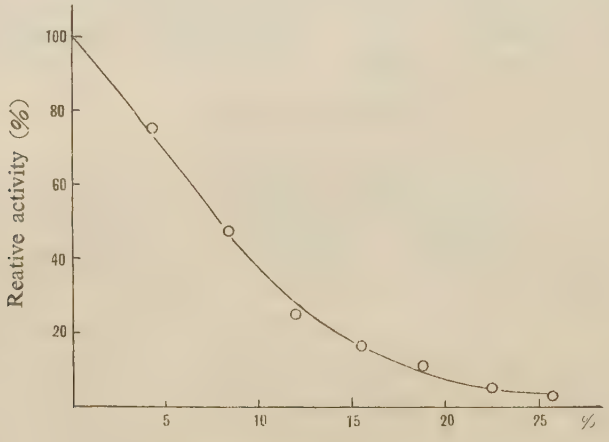


Fig. 5. Inhibition-activity of sodium chloride on the proteolytic enzyme activity.

VI. 塩辛熟成中における proteolytic enzyme の失活

カツオ塩辛のように長期間熟成せしめる食品はあまり多くは見当らない．実際，市場において好評を博している製品は可成長期間（1 カ年位熟成されたものもある）熟成させたものに多い．このような製品は極めて美味であり，且つ又仕込直後におけるような所謂腥臭は殆んど消え失せている．

製品の旨味は各種の要素が関与して発揮されるものと思われるが，少くとも蛋白性食品である塩辛の場合には proteolytic enzyme の作用に負うところが大であると思われる．然しながら実験 V. の結果からも明らかなように高濃度の食塩を含む塩辛では著しく酵素作用が阻害されるため長期間の熟成が必要となるものと思われる．

一般に酵素が塩析されないで溶解している状態では，塩析沈澱した状態の酵素蛋白よりも不安定であることから，筆者等は塩辛のように高濃度の食塩溶液とも考えられる製品では proteolytic enzyme も亦不安定であろうと思われたのでその点について検討した．即ち試料の項で述べたような方法で 2 割 5 分塩（19 %）のカツオ塩辛を調製し，熟成中の activity の変化を前記の方法で追跡した．その結果は Fig. 6 に示すように，かなりの速さで変性失活することが確認された．即ち仕込後 10 日で 50 %，30 日で 11 %，40 日目には

7％相当の activity しか残らなかつた．このことは塩辛の熟成と云うことから甚だ重要なことであり，塩辛製造時に期待し得る酵素作用は極めて微々たるものであつて，食塩による inhibition を計算に入れると，2割5分塩（19％ NaCl）のときには仕込後10日目で5％，30日目で1％ の酵素作用しか期待出来ない．

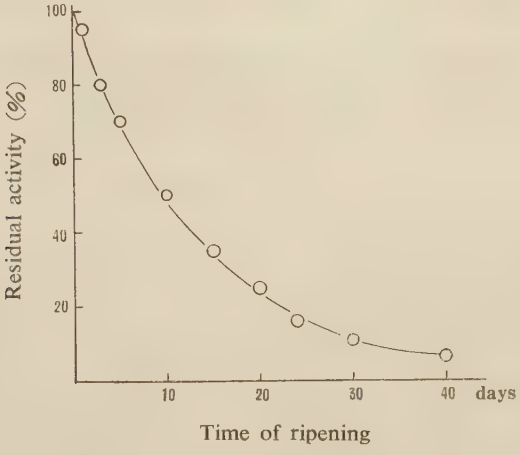


Fig. 6. Inactivation of proteolytic enzyme during the mellowing term of "Katsuo-shiokara".

要　　約

カツオ塩辛の熟成過程において主要な役割を担つていると思われる proteolytic enzyme の性質を検討し，次のような事実を明らかにした．

1) カツオ幽門垂の proteolytic enzyme の至適 PH は 8.6～9.0 である．而して塩辛熟成時（PH≒6.0）における酵素作用は至適 PH における夫の約 50％ 相当と見て差支えない．

2) 至適作用温度は 45～50℃ であり，他の一般の proteinase に比し稍々高めである．

3) 酵素の安定性に及ぼす PH の影響を検討し PH 7.0～8.0 で最も安定であることを確めた．PH 4～5 では著しく不安定であり，又 PH 9 では幾分失活することが認められた．

4) 酵素の安定性に及ぼす温度の影響を検討し，40℃ 迄は安定であることを認めた．而し，45℃ で 97％，50℃ で 92％，64℃ で 25％ しか activity が残らず，70℃ で 10分処理すると殆んど完全に失活する．従つて至適作用温度（45～50℃）では，酵素蛋白はむしろ幾らか不安定である．

5) 1)～4) の結果から，酵素蛋白分子の二次構造に幾分 modification が起るような極めて delicate な状態にこの酵素の至適作用があるように思われた．

6) 酵素作用に対する NaCl の影響は著しく大きく，2割5分塩の場合 90％，3割塩のときで 96％ 阻害する．

7) 塩辛熟成中に proteolytic enzyme が速かに失活する．2割5分塩（19％ NaCl 相当）の塩辛では 10 日で 50％，30 日で 90％，40 日で 93％ 失活する．失活は主として高濃度の NaCl 溶液に溶解されているために起るものと思われる．

8) 6)～7) の結果から，カツオ塩辛の熟成に関与する proteolytic enzyme の作用は高濃度の NaCl による阻害と失活により甚だ微々たるものとなることが明らかとなつた．

終りに臨み本実験の遂行に御便宜を賜つた越智教授に謹んで感謝の意を表する．なお，実験試料を提供頂いた鹿児島市，三二食品の漆間三二氏に深謝する．

文　　献

1) 奥田　譲：農学会報；**115**, 11 (明45)
2) 清水　亘：水製会誌；**2**, 56 (1934)
3) M. L. Anson: J. Gen. Physiol., **22**, 79 (1938)
4) Hagiwara, B.: J. Biochem., **45**, 185 (1958)
5) 永田米作：日水誌；**4**, 21 (1935)

藻類の栄養代謝に関する研究—I

アサクサノリの生育に対するアミノ酸及びビタミン類の効果

金沢昭夫・柏田研一

Studies on the Metabolism of Algae–I

—The Effects of Amino Acids and Vitamins on the Growth of *Porphyra tenera*—

Akio KANAZAWA and Ken'ichi KASHIWADA

Effectiveness of amino acids and vitamins on the growth of seaweed was examined through the culture of *Porphyra tenera*, with the following results.

1. The growth of *Porphyra* in the artificial seawater was ascertained to be inferior to that fostered in natural seawater. (Table 2)
2. In the case the media were supplemented by vitamins, amino aids or by pyloric coeca extract, the growth of *Porphyra* was promoted markedly. (Table 3)
3. Although the inhibition of the algae growth was incurred by vitamin B_1 and B_2, a distinct growth of *Porphyra* was ascertained to be brought about by nicotinic acid, pantothenic acid, folic acid, biotin and vitamin B_{12}; a slight one being open to the function of vitamin B_6. (Table 5)

緒　　言

海藻類は施肥を行なわなくてもよく旺盛な生育を遂げるので，施肥によつて増産を図るということは一般には行なわれていないが，海藻の栄養要求に関する基礎的研究も比較的少ない．ただアサクサノリは商品的価値が高く，専ら養殖によつて生産されている関係上，集約的生産を図る目的で施肥問題が考えられており，これに関する培養試験も屢々行なわれて来た．一方アサクサノリは蛋白質に富むばかりでなく，種々の遊離アミノ酸やビタミン類が豊富に含有され，嗜好的価値に於ても又栄養的価値の点からも甚だ勝れた食品であることが立証されているが，アサクサノリのみならず一般に海藻類が如何なる栄養要求をして，これが自体の構成に如何に利用され，或は体内に蓄積されるかについては殆んど知られていない．依つて筆者らは海藻類の生長と養分との関係につき，これまであまり研究されていないアミノ酸類やビタミン類など含窒素有機化合物の海藻の生育に及ぼす効果を試験し，一方これによつて海藻類の施肥についても一資料を得ることを期待して本研究を始めた．供試海藻としてはアサクサノリを用いた．なおこの種の試験では前記含窒素有機化合物，特にビタミン類に於ては極めて微量でその効果の現われることも予想されるが，海水中にこれらの物質が存在するか否かはビタミン B_{12} 以外は明らかでなく，又定量も今の処 B_{12} 以外は方法が確立されておらず，更に海水中には海藻の生育に影響を及ぼすべき未詳の成分が存在することも考えられ，そのため目的とする試験物質に対する効果が隠蔽攪乱される恐れがあるので，天然状態とはやや条件は異なるが海水に近い組成をもつた培養液を調製使用した．これにアミノ酸類，ビタミン類或はカツオ幽門垂エキスなどを添加

し，アサクサノリの培養試験を行なつた結果，これら有機物がアサクサノリに対し顕著な生長促進効果を示すことを認めた．

実 験 の 部

1. 培養液

海藻類の人工培養にはこれまでは屢々海水を用い，例えば施肥試験の場合にはこれに試験すべき肥料分を加えてその効果を見る方法が行なわれていたが，前記の理由から著者らは LYMAN, FLEMING, WATTENBERG の海水分析値を参考とし，更に一，二の点を考慮して Table 1 に示したような組成をもつた培養液を調製した．(以下これを人工海水と呼ぶ.)

Table 1. Artificial seawater. (Media for *Porphyra tenera*)

Solution A:		Solution C:	
H_2O	700 ml	H_2O	100 ml
NaCl	23.447 g	KH_2PO_4	0.010 g
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	10.643	NH_4NO_3	0.010
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	8.881	Na_2SiO_3	0.010
KCl	0.664		
$NaHCO_3$	0.192	Solution D:	
KBr	0.096	H_2O	100 ml
H_3BO_3	0.026	KI	0.30 mg
$Sr(NO_3)_2$	0.024	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	0.10
NaF	0.003	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.10
		$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	0.10
Solution B:		$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	0.10
H_2O	100 ml	$ZnCl_2$	0.10
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	1.459 g	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.10

Solution A, B, C and D must be mixed 1–2 days before they are used.

これを調製するには予め A, B, C, D, 4種の溶液を調製しおき，使用時に混合して1～2日放置後使用した．この組成分中にはノリの栄養代謝に不必要のものもあると思われるが，その点については敢て詮索しなかつた．なおこの溶液は比重 1.025, PH 8.4 で両者共天然海水のそれに近いものであつた．

2. 供試ノリ

ノリを着生せるヒビを約 10 cm に切りとり，ほぼ等大（約3 cm）で色沢その他外観上健全と認められるもの5葉を残して他は切除したものを供試ノリとして用いた．

3. 培養方法

前記人工海水 5 l を直径 25 cm 深さ 15 cm のガラス鉢に入れて南面した窓側に並べ，供試ノリは水面下約 3 cm の所につるし，5 % の CO_2 を含んだ空気を毎分 200～300 ml の割で通じつつ培養した．なお細菌類の繁殖を抑えるため人工海水にはオーレオマイシン 1 ppm を添加し，1週間の培養期間中1日おきに換水した．試験は 12 月下旬から 1 月にかけて行なつたがこの期間中水温は 7～11°C であり，人工照明は行なわなかつた．

4. 生長率の表示

試験の始めと終りにノリ葉体の面積を測定し，それを夫々 A, B cm^2 とした場合，生長率 S を次の如く算出した．

$$S = \frac{B - A}{A} \times 100$$

試験結果並びに考察

まず筆者らの調製した人工海水がノリ培養試験用として適当であるか否かを知るため，これを用いてノリを培養した場合と，天然海水を用いて培養した場合における生長率を比較試験した．海水は本学部前の海から満潮時に近い頃汲み取り東洋濾紙 No. 2 で濾過して用いた．その結果は Table 2 に示した通りで，人工海水中におけるノリの生育は天然海水の場合に劣つた．そこでこれに NH_4NO_3，KH_2PO_4，尿素（何れも 10 mg/l）を添加して見たが，やはり天然海水には及ばなかつた．

Table 2. Growth of *Porphyra tenera* in various media.

Media	Growth rate**
Natural seawater	35%
Artificial seawater*	21
Natural seawater (50%) Artificial seawater (50%)	24
Artificial seawater + NH_4NO_3 (10 mg/l) + KH_2PO_4 (〃)	22
Artificial seawater + Urea (〃)	27

* cf Table 1.

** Growth rate $= \frac{B-A}{A} \times 100$

A, Area of *Porphyra* before the culture.
B, Area of *Porphyra* after 7 days of culture.

即ち前記の人工海水はノリの培養液としては天然海水に劣るが，ノリの生育を許さぬ組成のものでないことは明らかである．なおこの実験のみでは天然海水に劣る原因は判らない．

次にこの人工海水にアミノ酸類及びビタミン類，カツオ幽門垂エキスなどを添加し，それらの物質がノリの生育に及ぼす効果を試験した．

これら各物質の添加量が適当であつたか否かについては更に検討を要する所であるが，最初は単に効果の有無を知ることを目的としたので一応表示の濃度とし，添加量については別に実験することとした．試験の結果は Table 3 に示した通りである．

Table 3. Effects of amino acids, vitamins and pyloric coeca extract on the growth of *Porphyra tenera*.

Media	Growth rate
Natural seawater	32%
Artificial seawater	22
Artificial seawater + Vitamin mix*, 1ml/l	55
Artificial seawater + Amino acid mix,**1ml/l	60
Artificial seawater + Vitamin mix, 1ml/l and Amino acid mix, 1ml/l	70
Artificial seawater + Pyloric coeca ex.***, 1g	100

* One ml. of vitamin mix contains: thiamine, 10 γ; nicotinic acid, 10 γ; Ca-pantothenate, 10 γ choline, 10 γ; riboflavin, 10 γ; pyridoxine, 10 γ; PABA, 10 γ; inositol, 10 γ; folic acid, 0.2 γ; biotin, 0.02 γ; B_{12}, 0.02 γ.

** One ml. of amino acid mix contains: casein hydrolysate (treated with activated charcoal), at pH 3.5 10 mg casein equivalent; DL-alanine, 0.4 mg., L-cystine, 0.4 mg., DL-tryptophan, 0.4 mg.

*** One g. of pyloric coeca extract contains 10 mg of crude protein.

即ちそれのみでは培養液として天然海水に劣る人工海水でもこれにアミノ酸混合物，ビタミン混合物，カツオ幽門垂エキスなどを添加すると，ノリの生育は天然海水中における場合よりも明らかに良好となることが判つた．前記の添加物及び添加量ではカツオ幽門垂エキスが特に有効で，次でアミノ酸混合物，ビタミン混合物の順であるが，後二者の効果にはあまり大きな開きはない．カツオ幽門垂エキスの成分はさきに著者等や柿本[1)-7)]が報告したように諸種のビタミン，アミノ酸の外有機塩基類も検出されており，更に未知物質の存在もほぼ確認されているので，如何なる物質がノリの生育を促進したかは不明であり，又前記アミノ酸混合物，ビタミン混合物に於ても何れが有効であつたかは判らない．このようにアミノ酸類，ビタミン類及びカツオ幽門垂エキスは何れもノリの生長を促進したが，それらの示した生長促進効果がどのような機構又は作用によるものであるかも明らかでなく，又海水にビタミン B_{12} の存在することは既知の事実であるが，人工海水が天然海水に較べノリの培地として劣る原因が B_{12}，その他ビタミン類かそれともアミノ酸の如きものの欠如にあるか否かも亦不明である．このように本実験の結果だけからでも色々不明の事項が生まれて来て，今後吟味されなければならない幾多の問題が残されてはいるが，何れにしても比較的複雑な有機物，殊にビタミン類がノリのような多細胞の Autotrophic と思われる植物の生育に対し効果を示すことは生理学上から興味深い事項である．

次に前記アミノ酸混合物，ビタミン混合物，カツオ幽門垂エキスの添加量を変えた場合，ノリの生育に及ぼす効果を試験した結果は Table 4 の如くで，前記アミノ酸混合物では

Table 4. Effect of vitamin, amino acid and pyloric coeca extract at various concentrations on the growth of *Porphyra tenera*.

Substances added, per litre of medium		Growth rate
Vitamin mix*	0.2 ml	50 %
〃	1.0	58
〃	5.0	58
〃	25.0	41
Amino acid mix**	0.04 ml	50
〃	0.2	67
〃	1.0	72
〃	5.0	61
Pyloric coeca ex.***	0.04 g	29
〃	0.2	50
〃	1.0	86
〃	5.0	44
Control		27

*, **, ***……cf Table 3.

1 ml/l, 幽門垂エキスは粗蛋白として 10 mg/l, ビタミン混合物では 1 ml/l の濃度の場合生育が最も旺盛で，それ以上の濃度になると寧ろ害作用が現われ，その阻害程度は幽門垂エキスが最も著しかつた．

前記の如く人工海水にビタミン混液を添加してノリを培養するとその生育が促進されたが，どのビタミンが有効であつたかを知るため，各個別に前記の方法によつて夫々のビタミンの効果を試験した．各ビタミンの添加量及び試験の結果は Table 5 の如くであつた．

この試験によるとニコチン酸，パントテン酸，葉酸，ビオチン，B_{12}は何れもノリの生育を促進し，中でも B_{12} の効果が最も顕著であつた．併し B_6 はあまり有効でなく，B_1 と

Table 5. Effect of vitamin on the growth of *Porphyra tenera*.

Vitamin added, per litre of medium	Growth rate
Thiamine, 10 γ	17 %
Riboflavin, 10 γ	28
Nicotinic acid, 10 γ	53
B_6, 10 γ	39
Pantothenic acid, 10 γ	47
Folic acid, 0.2 γ	53
Biotin, 0.02 γ	50
B_{12}, 0.02 γ	83
Control (Artificial seawater)	34

B_2は寧ろ阻害的作用を示した．なお上記ビタミン類に対しては更に各個別に最有効濃度を試験する必要があり，それが明らかにされた上でないと各ビタミン相互の比較はできないが，本試験で B_{12} が勝れた生長促進効果を示したことは，ノリに B_{12} が豊富に含有されていることと思い併せ極めて興味深い現象である．

摘　　要

海藻類の栄養要求に関する研究として，アサクサノリの施肥については既に古くから試験されているが，これまでの研究は多くは無機物質を対象としてその効果を試験したものであつた．筆者らはアミノ酸，ビタミン類がアサクサノリの生育に及ぼす影響を知るため，これらの物質を添加した人工海水中で培養試験を行なつたところ，次の結果が得られた．

1) Table 1 に示した組成の人工海水を調製したが，これはアサクサノリの培養液としては天然海水に劣つた．よつてこれに NH_4NO_3，KH_2PO_4，尿素を追加して見たが効果がなかつた．

2) 併しこの人工海水にアミノ酸類，ビタミン類，カツオ幽門垂エキスを添加試験したところ，ノリの生育は著しく促進され，天然海水中のものを遙かに凌いだ．

3) 上記の添加物がノリの生育を促進するには夫々適当な濃度があり，アミノ酸混合物とカツオ幽門垂エキスは粗蛋白として 10mg/1，ビタミン混合物は 10γ/1 の濃度の場合最高の生長率を示した．

4) Table 5 に示した添加量の場合，ニコチン酸，パントテン酸，葉酸，ビオチン，B_{12} は何れもノリの生育を促進したが，B_6 はあまり有効でなく，B_1 と B_2 は阻害作用を示した．

本試験に要した経費の一部は昭和33年度農林漁業試験研究費補助金より支弁した．附記して感謝の意を表する．

文　　献

1) 柏田研一・柿本大壱・山崎利盛：日水誌 19, 15～18 (1953)
2) 柿本大壱・金沢昭夫・柏田研一：同　上 19, 729～732 (1953)
3) 柿本大壱：同　上 20, 713～716 (1954)
4) 柿本大壱・金沢昭夫：同　上 22, 574～576 (1957)
5) 柿本大壱：同　上 22, 577～582 (1957)
6) 柿本大壱・金沢昭夫・柏田研一：同　上 22, 631～633 (1957)
7) 柿本大壱：同　上 22, 634～636 (1957)

魚類血液の生化学的研究-XIV

赤血球の平均恒数と形状について*

斎　藤　　要

Biochemical Studies on the Fish Blood-XIV.

On the Mean Corpuscular Constant and Shape of Red Corpuscule

Kaname Saitō

The present paper deals with the mean corpuscular constant and shape shown by red corpuscules of fishes. The results obtained are summarized as follows:

1) The variety in the size and shape of the red corpuscule of fish was observed to be fairly in accordance with the difference in the fish species. Generally, through every kind of the fish, the large type red corpuscule was apt to take an oblong shape; while the small typed one, round shape.

2) Generally, the mean corpuscular volume of fish is higher than that of man. The value of such elasmobranchs as shark or ray is far higher than that of teleosts. Lesser value than other kinds was apt to be found in case of such migratory fish as bonito or albacore.

3) The lerger is the mean corpuscular volume of fish, the more abundant becomes the amount of mean corpuscular hemoglobin; and generally, comparatively large amount of mean corpuscular hemoglobin was observed in the fish blood in which there were small number of red corpurcule.

4) The mean corpuscular hemoglobin concentration of fish is lower than that of man. And in case of elasmobranchs such as shark or ray, the concentration was generally apt to show lower value than in case of teleosts.

脊椎動物の赤血球は hemoglobin の担体として酸素の運搬作用に関与する最も進化した細胞と云われ，その数とか容積は hemoglobin 量と共に血液の酸素運搬能を表現する重要な特数とされている．これらの数値は通常単独の測定値で示されることが多く，著者も既に 10 種類余りの魚類について測定した結果を報告してある.[1]

ところで特数相互間には密接な関係のあることが明らかであつて，その関係を一般に赤血球指数[2]と赤血球平均恒数[3]とで表現している．前者は人間を対象とした血液診断学の分野で重要視される方式であるが，人間以外の脊椎動物の赤血球には適用し得ない場合が多い．これに対し後者は人間は勿論，下等脊椎動物の有核赤血球の場合にも広く適用し得るから，魚類相互間における赤血球特数の関係を比較検討するのに適応した方式と考えられる．脊椎動物の赤血球平均恒数については Wintrobe[1] が詳細に報告しているが，魚類を主体としたこの種の報告は著者の調べ得た限りではみあたらないようである．

* 1957 年 10 月 日本水産学会秋期大会にて発表．

そこで棲息環境と分類学上の位置を異にする若干の淡水産硬骨魚，海産硬骨魚及び軟骨魚について該恒数を求めると同時に赤血球の形状を顕微鏡で観察したところ，供試魚間に系統的な相違のあることが認められたので次にその結果を報告する．

実　験　材　料

魚類の生理，生態的諸性質は環境の影響を受けることが多く，その血液成分にも時期並びに成長過程による変化が多少認められる.[5] そこで同種の実験材料には出来得る限り採集の時期，場所及び成長度等の同一条件にあるものを使用し，特に採血時苦悶の激しかつた個体は除外した．その理由については既に報告してある.[6]

魚種：赤血球平均恒数を求めた魚種と各々の平均体重を示すと次の如くである．

淡水産硬骨魚類に属するものは，コイ *Cyprinus carpio* (314g)，フナ *Carassius auratus* (253g)，サクラマス *Oncorhynchus masou* (277g) の3種，海産硬骨魚類に属するものはマアナゴ *Astroconger myriaster* (569g)，ヒメダイ *Pristipomoides filamentosus* (582g)，チダイ *Evynnis japonica* (451g)，シイラ *Coryphaena hippurus* (1068g)，ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* (844g)，カツオ *Katsuwonus pelamis* (1365g)，キハダマグロ *Neothunnus albacora* (3471g)，及びクロカジキ *Makaira mazara* (120kg) の8種，更に軟骨魚類に属するものはアカエイ *Dasyatis akajei* (2092g)，シロザメ *Mustelus griseus* (3489g) 及びツマジロ *Carcharhinus albimarginatus* (58kg) の3種である．

赤血球の形状は約30種の魚類について観察したが，その種名は Fig. 1 に示してある．なお対照として人間の血液を使用した．

採集の時期及び場所：供試海産魚は鹿児島県の南方海域，主として沖縄西方の魚釣島近海において，1952年から1954年に亘る10月より12月の間に採集したものである．当時の環境水温は表層で 24～27°C，100米層で 20～22°C を示した．

又供試淡水魚は鹿児島市内の養魚池より同時期に採集したもので環境水温は 13～17°C であつた．

実　験　方　法

採血法，赤血球数の計算法，血球容積の測定法及び hemoglobin 定量法については各々前報[1] を参照されたい．

赤血球平均恒数の計算法：WINTROBE の提案した次式により平均血球体積，平均血球色素量及び平均血球血色素濃度を求めた.[3]

$$\text{Mean corpuscular volume}\,(\mu^3) = \frac{\text{Hematocrit value}\,(\%)}{\text{Red count (millions in 1 mm}^3)} \times 10$$

$$\text{Mean corpuscular hemoglobin}\,(\gamma\gamma) = \frac{\text{Hemoglobin (g./dl.)}}{\text{Red count (millions in 1 mm}^3)} \times 10$$

$$\text{Mean corpuscular hemoglobin concentration}\,(\%) = \frac{\text{Hemoglobin (g./dl.)}}{\text{Hematocrit value}\,(\%)} \times 100$$

顕微鏡写真の撮影：常法[2] により作製した血液の塗抹標本（GIEMSA 染色）を顕微鏡（日本光学K型，倍率 600倍）に装置した Olympus 35-II 型と Conica II 型にて撮影した．この場合両カメラの焦点距離は等しくないから単に顕微鏡の倍率を一定にしても密着によつて得られる影像の倍率は異なることになる．そこで ZEISS 式の micrometer (1目盛 10μ) を同一条件で撮影し，これを標準として写真面における赤血球の大小を観察した．

実 験 結 果

1. 赤血球の形状

供試魚の血液から作製した血球塗抹標本の代表的な顕微鏡写真を Fig. 1 に示した．図において視野円の小さい写真は Olympus 35-II 型で又視野円の大きい写真は Conica II 型で撮影したものである．

この結果よりも明らかな如く対照とした人間の赤血球は通常無核で平面的には殆んど円形を示すのに対し，供試魚の赤血球は一般に核を有し，しかもその形とか大きさは魚種によりかなり異なる場合のあることが了解される．

例えば軟骨魚類に属するアカエイとかシロザメ等では硬骨魚よりもかなり大きい楕円形を示す赤血球が多い．又淡水産硬骨魚類ではウナギの赤血球が円形に近く，且つコイ及びサクラマス等よりもかなり小さい．更に海産硬骨魚類ではキハダマグロ及びカツオの如き活動の激しい洄游魚の赤血球はタイ及びマアナゴの如き底棲魚のものより円形に近く，しかも小型である．

以上の結果より，各魚種を通じて一般に大型の赤血球は楕円形を示すのに対し小型のものは円形を示す傾向のあることが認められる．ところでこのような塗抹標本によると赤血球は平面的にしか見えないが実際には厚さがあつて，その立体的な形状は比較的複雑である．例えば人間の赤血球では中央附近が両面より窪んだ円盤状をなすのに対し供試魚では一般に中央の核附近が幾分両面に突出した円盤又は楕円盤状をなしている．従つて単に赤血球の平面的な直径等を計測しても，その値は実質的な大きさを表現するとは云えない場合がある．更に該標本より求めた赤血球の大きさは血管内に存在する時の値とは幾分異なるものと思う．何故ならば血液を塗抹する際に温度とか薬品等の影響により血球中のガス等が発散する可能性も考えられるからである．この点次に述べる平均血球体積は自然状態に近い赤血球の立体的な大きさを表現する数値として意義あるものと思われる．

2. 赤血球の平均恒数

前述の計算式で求めた供試魚の赤血球平均恒数を Table 1 に示した．次にその各々について説明する．

Table 1. Mean corpuscular constants of various fishes.

Species	No. of sample	Red count (millions in 1 mm³)	Hematocrit value (vol. %)	Hemoglobin (g./dl.)	MCV* (μ^3)	MCH** ($\gamma\gamma$)	MCHC*** (%)
Fresh-water teleost							
Cyprinus carpio	16	2.16	33.6	8.1	155	37	24
Carassius auratus	7	2.27	35.4	8.3	156	36	23
Oncorhynchus masou	8	1.46	34.3	8.5	232	58	25
Marine teleost							
Neothunnus albacora	18	3.87	51.5	14.4	134	37	28
Katsuwonus pelamis	24	3.92	53.3	14.1	136	36	26
Makaira mazara	16	3.69	48.3	13.7	131	37	28
Scomber tapeinocephalus	27	3.80	50.6	13.8	133	36	27
Coryphaena hippurus	12	3.05	41.8	10.8	137	36	26
Evynnis japonica	23	2.66	38.9	8.9	146	33	23
Pristipomoides filamentosus	14	2.51	37.2	8.8	148	35	24
Astroconger myriaster	8	1.43	33.6	7.5	238	52	22

Species	No. of sample	Red count (millions in 1 mm³)	Hematocrit value (vol. %)	Hemoglobin (g./dl.)	MCV* (μ^3)	MCH** ($\gamma\gamma$)	MCHC*** (%)
Marine elasmobranch							
Mustelus griseus	21	0.18	15.2	2.7	825	147	18
Carcharhinus albimarginatus	15	0.22	19.3	3.6	866	161	19
Dasyatis akajei	5	0.14	13.6	2.2	951	148	16
Control							
Human	13	4.96	47.0	15.7	95	32	33

* Mean corpuscular volume. ** Mean corpuscular hemoglobin. *** Mean corpuscular hemoglobin concentration.

平均血球体積：この値は赤血球100万当りの立体的な大きさを表わすのであるがTable 1の結果によると供試魚の値は何れも対照とした人間の値より大きく，特に軟骨魚類に属するシロザメとかアカエイ等ではその約8～9倍を示している．硬骨魚類中ではサクラマスとかマアナゴの値が比較的大きく，又キハダマグロとかゴマサバの如き活動の激しい洄游魚は一般に小さい値を示す傾向がみられる．

平均血球血色素量：この値は赤血球100万当りに含まれるhemoglobinの量を表わすのであるがTable 1の結果によると，一般に平均血球体積の大きな魚種ほどこの量は多くなつている．即ち供試魚の平均血球血色素量には平均血球体積の大小が支配的に関係しているようである．しかし両値の各対照値（人間）に対する比率は必ずしも等しくはなく，特に軟骨魚類に属する魚種ではかなりの差がみられる．例えばツマジロでは平均血球体積が対照値の約9倍であるのに対しこの値は約4倍となつている．更にこの結果によると一般に赤血球数の少ない供試魚では平均血球血色素量が多くなり，逆に前者の多いものでは後者が少なくなると云う関係のあることが推定される．

平均血球血色素濃度：この値は赤血球の単位容積中に含まれるhemoglobinの濃度を表わすのであるがTable 1の結果によると供試魚の値は前述の二平均恒数の場合とは異なり何れも対照値（人間）より低い．又この値には前二者にみられたほどの魚種による大差はないが一般に軟骨魚類に属するシロザメとかアカエイ等の値は低く，カツオとかゴマサバの如き洄游魚は幾分高い値を示す結果となつている．

考　　察

脊椎動物の体内における血液の酸素運搬能力を論ずる場合にはhemoglobin分子自身の酸素結合能と血液総量も無視し得ない要素と考えられる．一般に鰓呼吸をしている魚類ではその酸素結合能が他の動物に比し非常に大きく，酸素分圧の低い状態でも充分酸素結合の出来ることが明らかにされている.[7,8] しかしこの能力に魚種による差があるか否かは不明である．又動物の総血液量も求めることは困難であり，しかも確実な測定法がないために現在の処血液の酸素運搬能は主として赤血球の理化学的性質より論ぜられているようである．そこで著者も前述の諸結果を赤血球の呼吸機能と関連づけて若干の考察を試みた．

一般に赤血球が人間（新産児は例外）のように無核細胞であることは運搬酸素を自己消耗しないための分化現象と解されている.[9] この見解に従えば魚類の赤血球は有核細胞であ

るから酸素運搬体としては進化の程度が遅れたものと考えられる．又赤血球が酸素運搬体として働く場合，その全表面が有効なのか或は一部分だけが有効なのかは不明であるが一般的に酸素運搬能力には血球表面積も関係すると云われている.[10] この表面積を正確に実測することは困難であるが，その形状とか平均血球体積から概略の大小は推察し得る．例えば供試軟骨魚類の赤血球は多く楕円盤状であるが，平均血球体積は極めて大きいから血球表面積も供試硬骨魚類より当然大きいと考えられる．従つて血球表面積と平均血球血色素量のみから考えると単位赤血球数当りの酸素運搬能力は供試魚中で軟骨魚類が最も大きいと推定される．しかし単位血液量中の総合的な血球表面積と hemoglobin 量には赤血球数が支配的に関係するから，この意味においてはその数の極めて少ない軟骨魚類が非能率的な性質を有することになる．又平均血球血色素濃度には他の平均恒数にみられたほどの魚種による大差が認められなかつたが，この事実は魚種の如何に拘らず血液中の hemoglobin 量が血球容積 (hematocrit value) に左右される度合の大きいことを意味する．従つて供試魚中ではこの値の大きいカツオ，キハダマグロの如き活動の激しい洄游性魚類が他の魚種よりも単位血液量当りの酸素運搬能力は大きいことになり，このような性質は魚体の酸素需要度に応じた一種の適応現象とも考えられる．しかしこの適応現象にも例外があるようで，例えば軟骨魚類に属するサメ類はかなり活動の激しい魚種であるにも拘らずその血球容積は極めて小さく且つ赤血球数も非常に少ないと云う事実がある．このように赤血球が非能率的な性質を有している魚種でも体重に対する血液量が多ければ体内における酸素の運搬能力は大きいことになる．著者はこの関係を明らかにするために供試魚の全血液量を直接法で求めてみたが，同種の魚でもかなりの個体差があり，信頼し得る数値は得られなかつた．しかしサメ類は硬骨魚類よりも一般に単位体重に対する血液量が多いと云う傾向のあることを観察している．ところで軟骨魚類と硬骨魚類とでは単に赤血球の性質のみならず血液自体の組成，特に尿素量，trimethylamine oxide 量，並びに血清蛋白質組成等[11]にも著しい差異があるから，魚類とは云え両者を同一に論ずることは出来ないようである．従つて軟骨魚類の赤血球が有する特異性は個体発生が系統発生を繰返すことに基づく現象とみて，別個に呼吸機能を論ずるべきであると考える．

要　　約

魚類の赤血球の形状と平均恒数とについて検討し次の結果を得た．

1. 魚類の赤血球の形状には若干の種属的差異のあること並びに各魚種を通じて一般に大型の赤血球は楕円形を示すのに対し小型の赤血球は円形を示す傾向のあることを認めた．

2. 供試魚の平均血球体積は人間の値より大きく，特にシロザメとかアカエイの如き軟骨魚類の値は硬骨魚類に属する魚種より極めて大きい．又供試硬骨魚類中ではキハダマグロとかカツオの如き活動の激しい洄游魚が一般に小さい値を示す傾向がみられた．

3. 供試魚の平均血球血色素量は一般に平均血球体積の大きな魚類ほど多い．しかし両値間の各対照値（人間）に対する比率は必ずしも等しくはなく，特に軟骨魚類に属する魚種ではかなりの差がみられた．又赤血球数の少ない魚種では平均血球血色素量が多くなる傾向がみられた．

4. 供試魚の平均血球血色素濃度は人間の値より低い．この値には前述の二平均恒数にみられたほどの魚種による大差はなかつたが，シロザメとかアカエイの如き軟骨魚類は硬骨魚類に属するものより低い値を示す傾向がみられた．

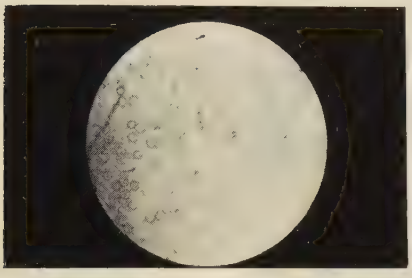
以上の結果を赤血球の呼吸機能と関連づけて若干の考察を試みた．

文　献

1) 斎藤　要：日水誌，**19**，1134 (1954).
2) 加藤勝治："新臨牀血液学" 文光堂，東京 (1949) p. 52.
3) M. M. WINTROBE: *J. Lab. & Clin. Med.*, **17**, 889 (1932).
4) M. M. WINTROBE: *Fol. Haem.*, **51**, 32 (1933).
5) 斎藤　要：日水誌，**22**，768，773 (1957).
6) 同上　：日水誌，**20**，196 (1954).
7) F. G. HALL and F. H. MCCUTCHEON: *J. Cell, Comp. Physiol.*, **11**, 205 (1938).
8) H. M. FOX: *Nature*, **168**, 112 (1951).
9) 天野重安："血液学の基礎" 上巻，丸善，東京 (1948) p. 142.
10) 沼野井春雄："動物の血液" 河出書房，東京 (1947) p. 38.
11) 斎藤　要：日水誌，**22**，752 (1957).

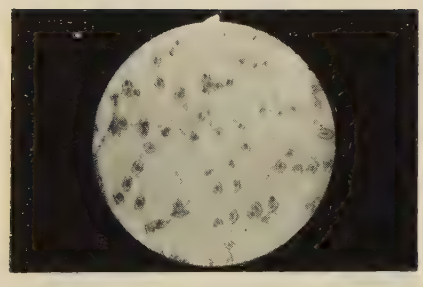
Fig. 1. Corpuscules of various fishes. (20×40)
The corpuscule was stained with GIEMSA's solution.

Control

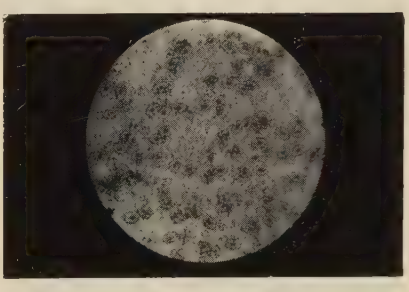


Human

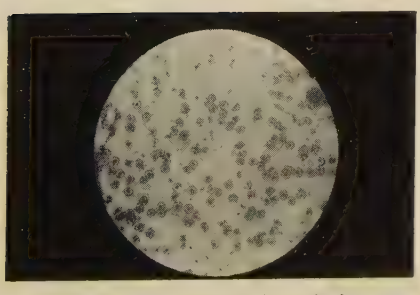
Fresh-water teleost



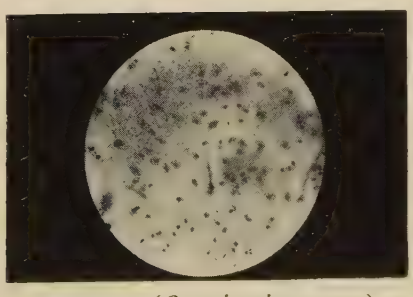
コイ (*Cyprinns carpio*)



フナ (*Carassius auratus*)

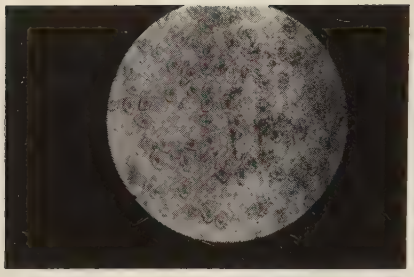


ウナギ (*Anguilla japonica*)

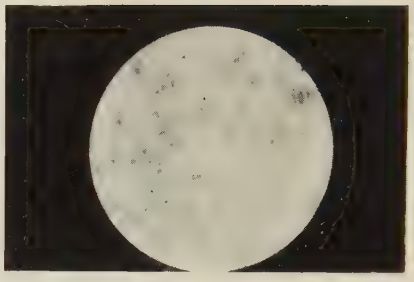


サクラマス (*Oncorhynchus masou*)

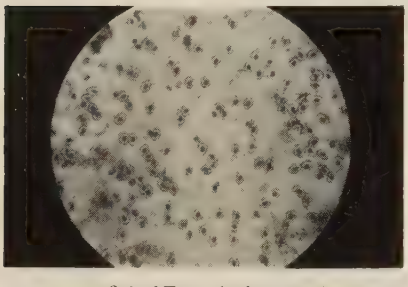
Marine teleost



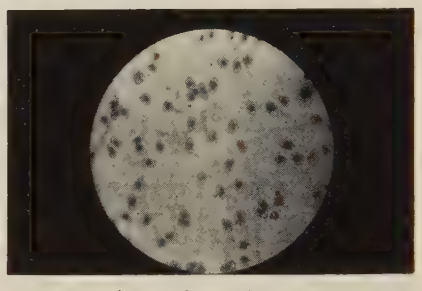
ウツボ（*Gymnothorax kidako*）



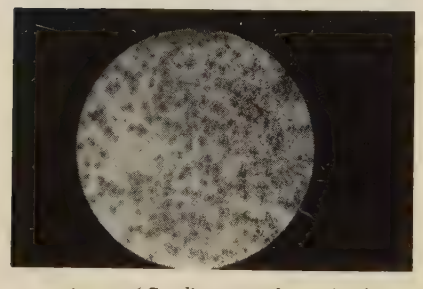
キス（*Sillago sihama*）



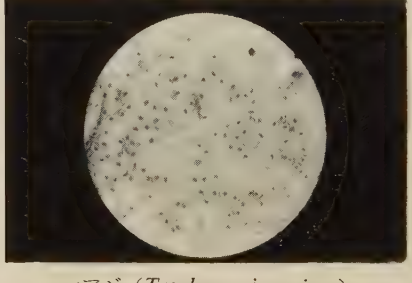
チダイ（*Evynnis japonica*）



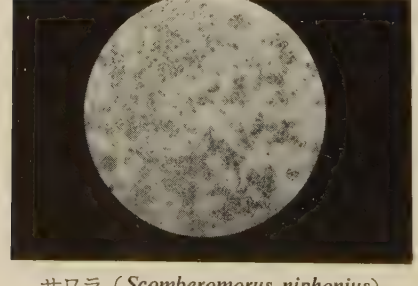
マダイ（*Chrysophrys major*）



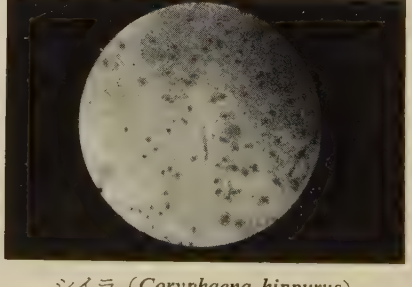
マイワシ（*Sardinops melanosticta*）



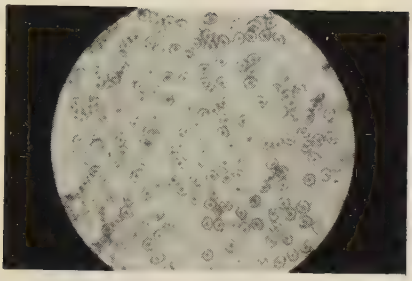
マアジ（*Trachurus japonicus*）



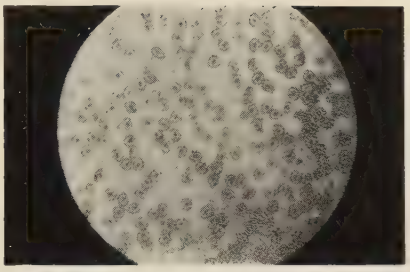
サワラ（*Scomberomorus niphonius*）



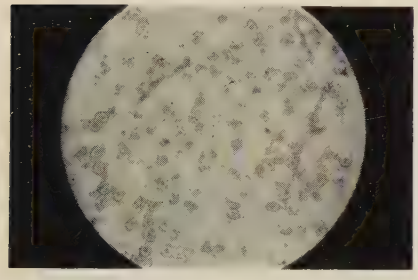
シイラ（*Coryphaena hippurus*）



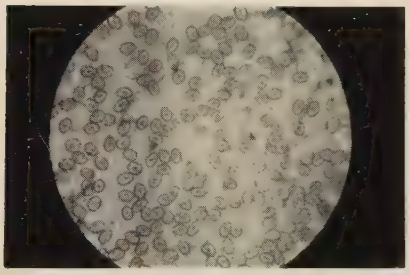
マサバ（*Scomber japonicus*）



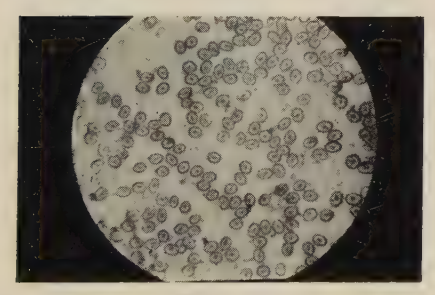
ゴマサバ（*Scomber tapeinocephalus*）



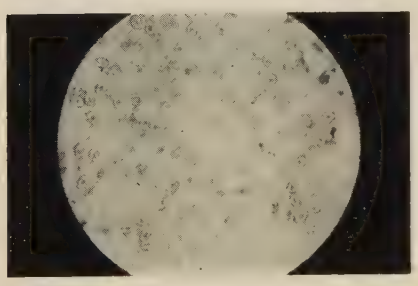
マカジキ（*Makaira mitsukurii*）



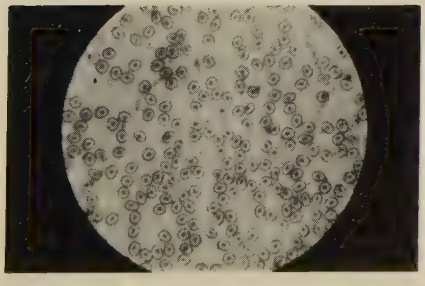
クロカジキ（*Makaira mazara*）



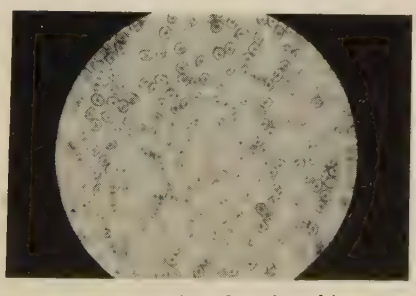
マグロ（*Thunnus thynnus*）



キハダマグロ（*Neothunnus albacora*）

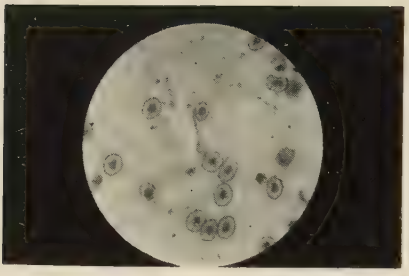


カツオ（*Katsuwonus pelamis*）

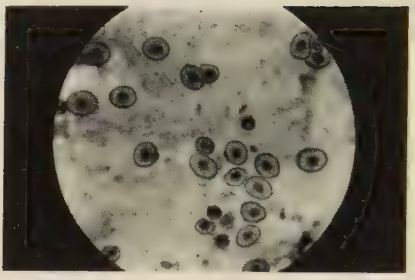


ハガツオ（*Sarda orientals*）

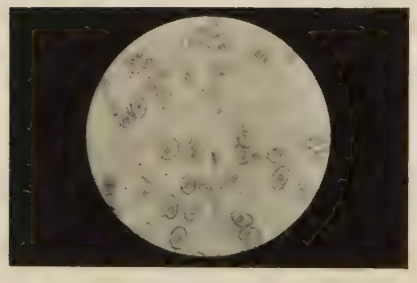
Marine elasmobranch



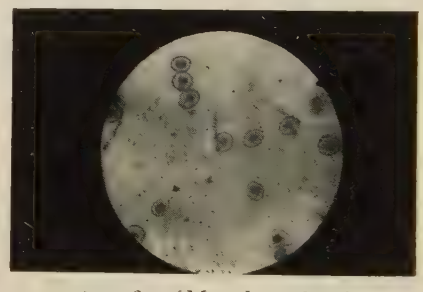
アカエイ（*Dasyatis akajei*）



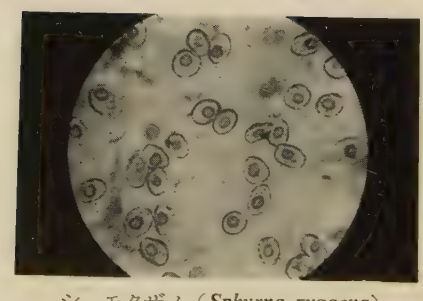
イタチザメ（*Galeocerdo arcticus*）



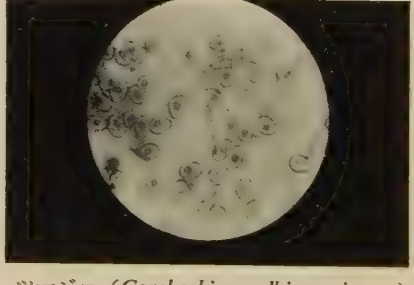
ツノザメ（*Squalus mitsukurii*）



シロザメ（*Mustelus griseus*）



シュモクザメ（*Sphyrna zygaena*）



ツマジロ（*Carcharhinus albimarginatus*）

池田湖調査資料 (I)

The Data for the Cooperative Survey of Lake Ikeda in August 1958 (I)

In August 1958, the limnological observations of Lake Ikeda were carried out by some members of Faculty of Fisheries, Kagoshima University. Members of the survey were as follows:

S. Murayama : Director, Biology
K. Kashiwada : Chemistry (Vitamin B_{12})
T. Huzita : Physics (Photometry)
T. Kuroki : Technological fishery
T. Takahashi : Physical oceanography
D. Kakimoto : Chemistry (Vitamin B_{12})
K. Nozawa : Biology, Water analysis
A. Kanazawa : Chemistry (Vitamin B_{12})

Present paper contains the result of the observations. As shown in Fig. 1, eighteen points on the surface of the lake were selected as the stations, in which 'A-series' were on the line from south-east to-ward north-west, 'B-series' were from south-west to-ward north-east, 'C series' were along the north-western coast of the lake and 'D-series' were the bottom sediment collected.

The used echo-sounder was of the type S-301 made by FURUNO electric Ind. Co. Water analysis was followed the method fixed in the 'Kaiyo-Kansoku Shishin', a guide book of oceanographical method in Japan. While the fixing of chemical oxygen demand was examined by the oxydizing of potassium permanganate in alkaline condition. Vitamin B_{12} was calculated by the Euglena method.

It is noticeable that the scattering layer from O to 12 metres and clear thermocline from 12 to 13 metres were widely spread all over the lake.

It is also noteworthy that both the dissolved oxygen and vitamin B_{12} are most abundant at the layer of 20 metres in all stations. The main distribution of the fish schools being observed at the same depth.

鹿児島県庁企画室の企画による西南薩開発計画学術調査の一部として，1958年8月下旬に本学部の研究者による池田湖の協同調査を行なつた．この調査は今後も機会を得て継続する予定であり，未だ結果の未整理の部分もあるが，今後の研究に資するためここに一部を資料として発表する．尚調査に際して地元指宿市産業課の大きな協力を得た事を感謝する．

調査は村山三郎が企画統括し，魚探による魚群及び湖底地形の調査並びに観測点の測量を黒木敏郎・中山博，採水，測温，透明度測定，採泥，プランクトン調査，及び水質分析を村山三郎・野沢治治・国崎敏広，ビタミン B_{12} の定量及び細菌数の測定を柏田研・・柿本大壱・金沢昭夫，照度測定を藤田親男，躍層微細観測及び表面熱収支観測を高橋淳雄が行なつた．

調査期間中は2日目（8月20日）に時々驟雨があつたが調査結果に大きな影響を与える程ではなく，他は大体晴天であつた．

1. 魚探記録

魚探は古野電気KK製. S-301 型を用いた. 使用魚探の目盛深度は吊ドワイヤ実測値と比べて約 10 % 浅く読まれた. この差は海水用目盛を淡水用に換算した時の差よりも大である.

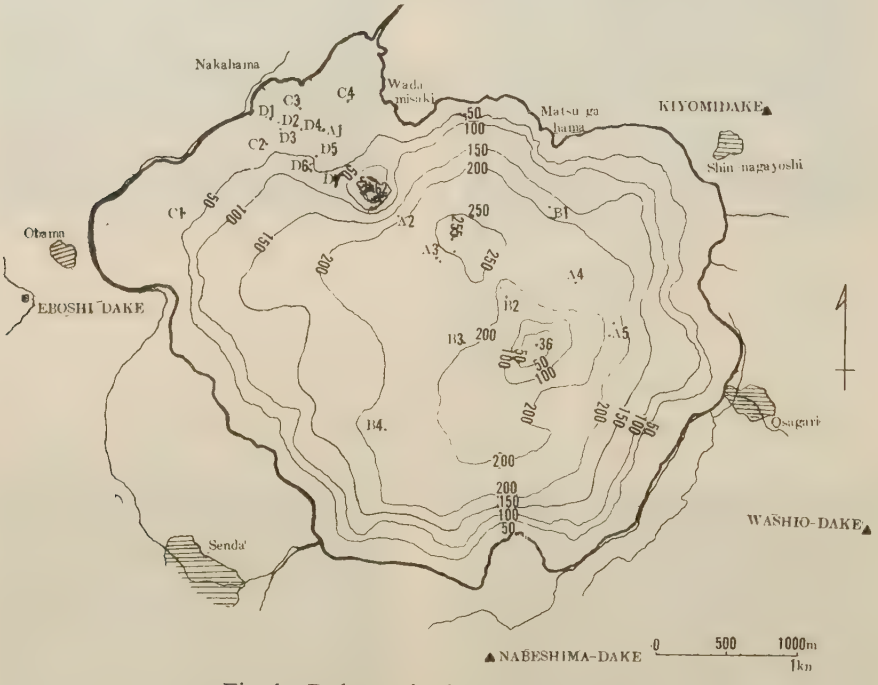


Fig. 1. Bathymetric chart of Lake Ikeda.
A and B series: Stations of across-the-lake.
C series: Stations of along-the-coast.
D series: Stations of sediment collected.

湖底の地形は図に示した通りで前回の調査(黒木敏郎・中馬三千雄・本紀要 3 巻 1 号)に加うべき知見はなかつた.

今回の調査の著しい特徴は, 殆んど湖面全域にわたつて表層より 12 m 層にわたつて Scattering layer が認められたことである. この Scattering layer は 12 m から 13 m にある非常に顕著な躍層上で行なわれている水の混淆の物理的な影響が主な原因であると思われる. 魚群は 20 m から 30 m の層に多く, 又湖内にある 2 つの火山の頂点附近に群れている点も注目される. (黒木敏郎)

2. 水 質

測定項目は pH, アルカリ度, 溶存酸素, 硅酸塩, 燐酸塩, 亜硝酸塩, アムモニウム塩, 過マンガン酸カリ消費量, 等で, アルカリ度は Methyl orange alkalinity, 過マンガン酸カリ消費量は富山法によつた. 他は海洋観測法指針記載の方法に従つた.

可成りの貧栄養湖であり明らかな化学成層は認められないが, 全観測点において溶存酸素量が躍層の下の 20 m 層で最高値を示していることが, 非常に発達した躍層とともに認められる.

透明度は最大 14.7 m であり，これは従来の報告にある 26.7 m（宮地伝三郎：1929 年 5 月）と可成り異るが今回のものは夏期の躍層が浅部に発達した時期のものであるから，これだけでは透明度が小になつたとは云えない．（野沢治治）

3. ビタミンB_{12}

ビタミン B_{12} は東洋濾紙 No. 3 で濾過した試水について Euglena 法によつて定量した．その量は 0 から 5 mγ/l の範囲にあり，各観測点とも深度 20 m に最高濃度を示し，その垂直分布は溶存酸素のそれと殆んど一致している．（柏田・柿本・金沢）

4. 細菌数

Station A_4 及び A_5 の試水を用い平板培養による細菌検査の常法に従つて 30°C，24 時間培養後におけるコロニー数を肉眼で数え算出した．（柏田・柿本・金沢）

5. 躍層微細観測

ビード型サーミスターを利用している ET 3 型電気水温計（東邦電探KK製）を使用して，深さ 29 m 迄の層で 1 m 毎の深さの水温を 28 点で観測した．温度の目盛は観測の前後に実験室で行なつた検定によつて補正した．観測層の深さはキャップタイヤコード上に附した目盛によつて決定したので，コードが鉛直に降下しない場合における補正不可能の誤差が入り得る．これを小さい範囲に止めるため，デテクターの下端に空中重量 4.5 kg の錘りを附した．幸い多くの場合に観測中の風は極めて弱く風による舟の漂流は微小であり，又注目すべき程の湖流もなかつたので，少くも表面附近のコードのなす形状は目視によれば鉛直と認め得る程度であつた．故に観測層の深さの数値に対する補正は行なつていない．観測結果は未整理であるが，最初の観測点（Station B 1 附近）の観測結果は表 2 に示す通りで，深さ 12 m に極めて顕著な躍層が見られる．この特徴は湖全域に亘つて居り，湖底までの深さが 30 m 以内の浅い所でも同様である．躍層のかかる鋭さは過去の観測値を集めた報告（高橋淳雄，本紀要 6 巻 47～76，1958）からは見過し勝ちな事実である．（高橋淳雄）

6. 照度

照度測定は東芝製照度計 5 号を用い，目盛の読み及びフィルターに対する補正を行なつた．晴天に於いて午前 9 時半約 6,000 lux．正午約 40,000 lux．午後 4 時半約 4,000 lux であつたが，この間の透明度は 14 m から 14.7 m であつた．（藤田親男）

以上の外，底質，プランクトン，表面熱収支等については未整理であるので後日報告する．

Table 1. The chemical contents of Lake Ikeda and remarks on echo-sounder record.

Time	Depth (m)	Water temp. (°C)	pH	Alkalinity (10^{-3}N)	Dissolved O_2 (mg O_2/L)	Silicate (μg atom/L)	Phosphate (μg atom/L)	Nitrite (μg atom/L)	Ammonium (μg atom/L)	Chemical O_2 demand (O_2 cc/L)	Vitamin B_{12} (mγ/L)	Number of bacteria per mL
Station A 1 (Aug.-20)												
6.02 p.m.	0	28.9	7.5	5.28	5.19	130	0.01	0.25	11.8	3.49	1.0	
6.09	10	27.0	7.5	5.32	5.34	134	0.45	0.10	0.2	0.95	1.0	
6.15	20	13.6	7.3	5.79	7.14	146	0.27	0.08	4.0	0.69	3.2	
6.22	30	11.8	6.8	5.39	3.93	135	0.01	0.18	6.0	0.55	1.6	
Station A 2 (Aug.-21)												
9.00 a.m.	0	28.7	7.4	4.94	5.04	120	0.01	0.05	5.0		1.9	
9.04	10	28.6	7.4	4.82	4.95	120	0.25	0.08	5.1	1.14	2.2	
9.10	20	14.0	7.8	4.69	7.35	127	tr.	0.16	tr.	0.08	3.9	
9.17	30	11.9	6.8	4.47	4.63	151	tr.	0.11	tr.	1.64	2.6	
9.25	50	11.1	6.8	5.77	4.19	122	0.06	0.09	3.1	0.71	0.6	
9.33	100	10.8	7.5	5.39	4.94	120	0.06	0.06	5.1	1.14	2.6	
Station A 3 (Aug.-19)												
4.00 p.m.	0	28.9	7.5	5.86	4.71	144	0.11	0.15	4.5	1.69	1.3	
	10	27.8	7.6	5.15	5.51	136	0.02	0.18	4.0	1.06	1.3	
	12	26.2	7.9									
	14	18.9	8.0	5.11	7.97							
	20	16.2	7.7	5.41	7.83	119	0.04	0.18	4.9	2.14	5.0	
	30	12.1	6.9	5.62	5.17	158		0.34	12.8	2.35	2.6	
	50	11.3	6.9	5.32	5.27	134	0.01	0.20	8.8	0.79	1.6	
	100	10.8	6.8	5.39	6.73	136	0.09	0.19	6.2	1.71		
6.00	150	10.7	6.8	5.58	5.24	134	0.04	0.27	tr.	1.00	3.9	
Station A 4 (Aug.-20)												
4.15 p.m.	10	28.9	7.5	5.19	5.10	161	0.03	0.19	11.4	1.67	0.3	10,900
4.25	20	16.1	7.6	5.34	7.37	135	0.02	0.15	7.6	1.37	2.2	0
4.40	30	11.7	6.8	4.96	4.69	155	0.23	0.10	4.9	1.06	1.9	130
4.48	50	11.1	6.9	5.32	5.16	146	0.02	0.17	3.7	0.56	0.6	1,115
4.52	100	10.8	6.9	5.41	5.29	157	0.15	0.10	tr.	0.45	2.2	710
5.10	150	10.7	6.9	5.46	5.20	134	0.02	0.18	tr.	1.03	1.9	0
Station A 5 (Aug.-20)												
	0	28.8	7.6	5.17	5.24	130	8.64	0.10	7.1	0.95	0.3	520
	5	28.8			4.88						0.3	13,400
	10	29.0	7.6	5.21	4.68	133	0.17	0.10	3.8	0.81	1.9	20,000
	15	18.9									4.4	0
	20	14.4	7.6	5.34	6.42	135	0.18	0.10	8.9	0.82	3.2	0
	30	12.1	7.0	5.17	4.65	133	0.03	0.10	8.9	0.77	3.2	1,050
	50	11.1	6.9	5.17	4.67	134	0.22	0.09	7.8	0.79	0.3	1,500
	100	10.7	6.8	5.28	4.05	136	0.25	0.10	4.0	0.37	3.2	31,000
	150		6.9	5.13	4.67	146	0.01	0.23	4.7	0.56	3.1	29,400
Station B 1 (Aug.-21)												
1.56 p.m.	0	29.3	7.6	5.37	5.09	136	0.01	0.15	2.0	1.08	0	
2.11	10	28.7	7.6	5.34	4.97	135	0.01	0.10	2.8	0.63	0.6	
2.20	20	13.7	7.5	5.32	6.43						5.4	
2.28	30	11.7	6.8	5.37	4.43						2.2	
2.35	50	11.7	6.9	5.52	4.76						1.6	
2.44	100	10.8	6.8	5.69	4.89						1.9	
2.59	150	10.7	6.8	5.49	5.07						3.5	
Station B 2 (Aug.-21)												
0.55 p.m.	0	29.1	7.5	5.34	5.08	124	0.07	0.11	5.1		0	
1.00	10	28.8	7.4	5.34	4.89	147	0.06	0.05	5.2	0.95	0.6	
1.06	20	14.0	7.7	5.39	6.67	149	0.27	0.18	tr.	1.29	4.4	
1.14	30	11.8	6.8	5.45	4.70	130	0.20	0.08	0.9		1.9	
1.19	50	11.0	6.8	5.58	4.71	120	0.01	0.13	2.2		1.9	
1.29	100	10.8	6.8	5.62	4.89	134	0.32	0.10	2.0	1.19	2.6	
1.43	150	10.7	6.8	5.37	4.84	123	0.02	0.12	2.2		2.2	

Remarks on the echo-sounder record

Continuous observation of scattering layer (S.L.) through the depth (0–12 m).
No fish school was to be observed anywhere near this station.

No fish school, near this station.
Several schools, almost all of them were with the thickness (1 m), were observed near the bottom of the depth (20–30 m), lying to the section between station A 1 and station A 2.

In this sounding, the location of the S.L. was fixed to be at the depth (0–12 m), though it was found out at depth (30–40 m) is the spring, 1958.
Fish schools were found at the layer above the top of the under-water crater-wall near this station; their swimming upper limit, 22–24 m; lower limit, 32 m were to be observed.
In our returning to Nakahama, scattered fish groups were found in the layer 12–30 m; the varing ranges of the length of those groups were within 10–20 m and those of the height were within 2–5 m.
No school, in the shallow.

Something suspending, in the writer's view, a special water mass or a light deposit mass, was recorded at the bottom 184–187 m depth. Its height was about 4 m, and its shape was ascertained, for a moment, in the process of sounding the depth with the use of bottom samplar.
In this day, too, S.L. lay in the layer 0–12 m.
Fish schools were observed at the different depths above the top of another under-water crater-wall: 40–44, 34–38, 20–30 m depth layer near the bottom. Fish schools apart from the bottom; in the middle layer 22–24 m.

On the way to this station, a fish school (height 3 m, length 10 m) was found in the layer 35 m near the bottom.
S.L.: 0–12 m.

Few schools were found near the lock gate. It seemed that the kinds of fish schools in the layer 10–20 m were different from the ones in the layer 25–31 m.
Fish school near the bottom was dispersed by the approach (about 3 m) of under-water-camera.

S.L.: 0–12 m.
No fish school was found near the bottom.

Time	Depth (m)	Water temp. (°C)	pH	Alkalinity (10^{-3}N)	Dissolved O_2 (mg O_2/L)	Silicate (μg atom/L)	Phosphate (μg atom/L)	Nitrite (μg atom/L)	Ammonium (μg atom/L)	Chemical O_2 demand (O_2 cc/L)	Vitamin B_{12} (mγ/L)	Number of bacteria per mL
Station B 3 (Aug.-21)												
0.01 p.m.	0	29.1	7.4	5.34	4.05	139	0.06	0.10	6.0	0.10	0.6	
0.08	10	28.7	7.4	5.67	4.78	120	0.04		4.4		0.9	
0.14	20	13.9	7.8	5.15	6.71	130	0.03		4.5		4.4	
0.20	30	11.9	6.8	5.34	4.54	123	0.03		2.5		2.2	
0.25	50	11.1	6.9	5.37	4.68	158	0.27	0.09		0.71	3.2	
0.35	100	10.8	6.9	5.75	5.10						1.9	
0.43	150	9.7	6.9	5.58	5.11						1.3	
Station B 4 (Aug.-21)												
10.09 a.m.	0	28.9	7.4	5.34	4.92	128	0.52	0.03	5.2		0	
10.14	10	28.7	7.4	5.58	5.21	132	0.07	0.02	10.9		1.9	
10.17	20	14.3	7.8	5.34	6.79	129	0.07	0.09	12.5	0.19	4.4	
10.31	30	11.7	6.7	5.82	4.35	130	0.34	0.01	0.6	0.87	0.6	
10.40	50	11.0	6.8	5.19	4.94	110	0.07	0.01	7.4	1.35	1.9	
10.57	100	10.7	6.9	5.93	5.09						2.6	
11.07	150	10.7	6.9	5.60	4.65						2 2	
Station C 1 (Aug.-21)												
4.14 p.m.	0	29.0	7.5	5.21	4.92	132	0.01	0.13	4.5	0.06	1.9	
4.19	10	28.4	7.5	5.30	5.22	149	0.02	0.10	9.9	1.67	0	
4.25	20	14.1	7.2	5.34	6.12	138	0.48	0.08	1.2	0.72	4.8	
4.32	30	11.6	6.8	5.27	4.46	142	2.35	0.18	11.4	1.43	3.5	
Station C 2 (Aug.-21)												
5.00 p.m.	0	28.8	7.4	5.17	5.26	135	0.28	0.18	2.0	1.10	1.9	
5.05	10	28.6	7.6	5.69	5.09	133	0.58	0.15	4.4	0.63	0.6	
5.11	20	14.4	7.7	5.75	7.33	150	0.39	0.10	1.4	0.81	4.8	
5.17	30	11.8	6.8	5.32	4.32	135	0.16	0.10	0.1	0.68	1.9	
Station C 3 (Aug.-22)												
8.50 a.m.	0	29.0	7.6	5.19	5.37	132	0.06	0.23	tr.	1.96	2.6	
9.12	10	28.6	7.6	5.06	5.29	136	0.18	0.10	0.3	0.87	1.6	
9.15	20	14.1	7.4	5.15	7.27	152	0.50	0.34	2.0	1.66	3.9	
9.22	30	12.0	7.0	5.19	5.07	153	4.97	0.18	2.8	1.87	2.9	
Station C 4 (Aug.-22)												
9.41 a.m.	0	28.9	7.4	5.24	5.19	149	0.45	0.08	2.0	1.82	0.6	
9.45	10	28.7	7.2	4.81	5.18	121	0.03	0.23	0	1.87	1.0	
9.50	20	13.8	7.3	5.37	6.87	158	0.08	0.15	5.2	1.51	4.4	

Table 2. Water temperature at every metres between 0–29 metres near the station B 1.

Depth (m)	Water-temperature (°C)	Depth (m)	Water-temperature (°C)
0	29.11	15	20.54
1	29.11	16	18.36
2	29.05	17	16.80
3	29.03	18	15.59
4	29.00	19	14.82
5	28.82	20	14.46
6	28.65	21	14.03
7	28.60	22	13.51
8	28.60	23	13.30
9	28.58	24	12.95
10	28.55	25	12.68
11	28.52	26	12.40
12	28.51	27	12.20
13	24.68	28	12.06
14	22.27	29	11.90

4 p.m. 21 st, Aug., 1958.

Remarks on the echo-sounder record

S.L.: 0–12 m, was disturbed somewhat by the movement of wire attached to the water bottle.
Something, not fish school, was found near the bottom; its height 7–8 m.
S.L. was very clear at the end of the work of observation on this station.

S.L.: 0–12 m. No fish, near the bottom.
Searching for fish school was done; on the bank off Osagari (10.50 a.m.) was found out a mass (weed, water mass or fish school), at the lake bottom 47–48 m depth.
Near the lock gate (11.30 a.m.), many fish schools (height 5–6 m) were found over the bottom (10–30 m depth).

In the flat bottom (32–33 m depth) the top of a hill was found at the 22 m depth under the lake surface.
Fish schools (length 14–22 m) were found near the top of the hill. Something (a mass of weed or fish), was found height 2 m, on the bottom.
Thin schools (height 1.5–2 m) were found at the lower layer (4 m from the bottom, about 28 m depth).

Rich schools (height 5 m), near the bottom. These schools were found near the bottom depth 25 m or less that; and were not found near the bottom, depth 30 m or more.

Only one fish school (height 3 m) was found near the bottom. The top of this school was at the layer 27 m depth, and went down to the 29 m depth at the sudden approach (to 26 m depth) of our under-water-camera. It took for the school 1.5 minute to return to the normal state. This school dispersed at the falling of a dredger. It took 2 minutes to return to normal after the dredger's leave.

On the way to this station, many schools (height 3–5 m) were found over the bottom (16 m depth). The heights of these fish schools near the bottom were about 2–3 m, the water depth being ascertained to be 25 m.

鹿児島大学水産学部木造漁業練習船しろやま

しろやま建造委員会

The Wooden Fishery-training-ship "Shiroyama" of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University

The Committee of the "Shiroyama",
Construction Project Administration
(Yoshikazu NARASAKO)

In this paper, the writer describes on the general construction, equipments and performances of the wooden Fishery training-ship "Shiroyama", reconstructed under the supervision of the Committee of the Construction Project Administration at the Faculty of Fisheries, Kagoshima University, with the purpose of taking the place of the "Hayato-maru", the training ship fairly worn out.

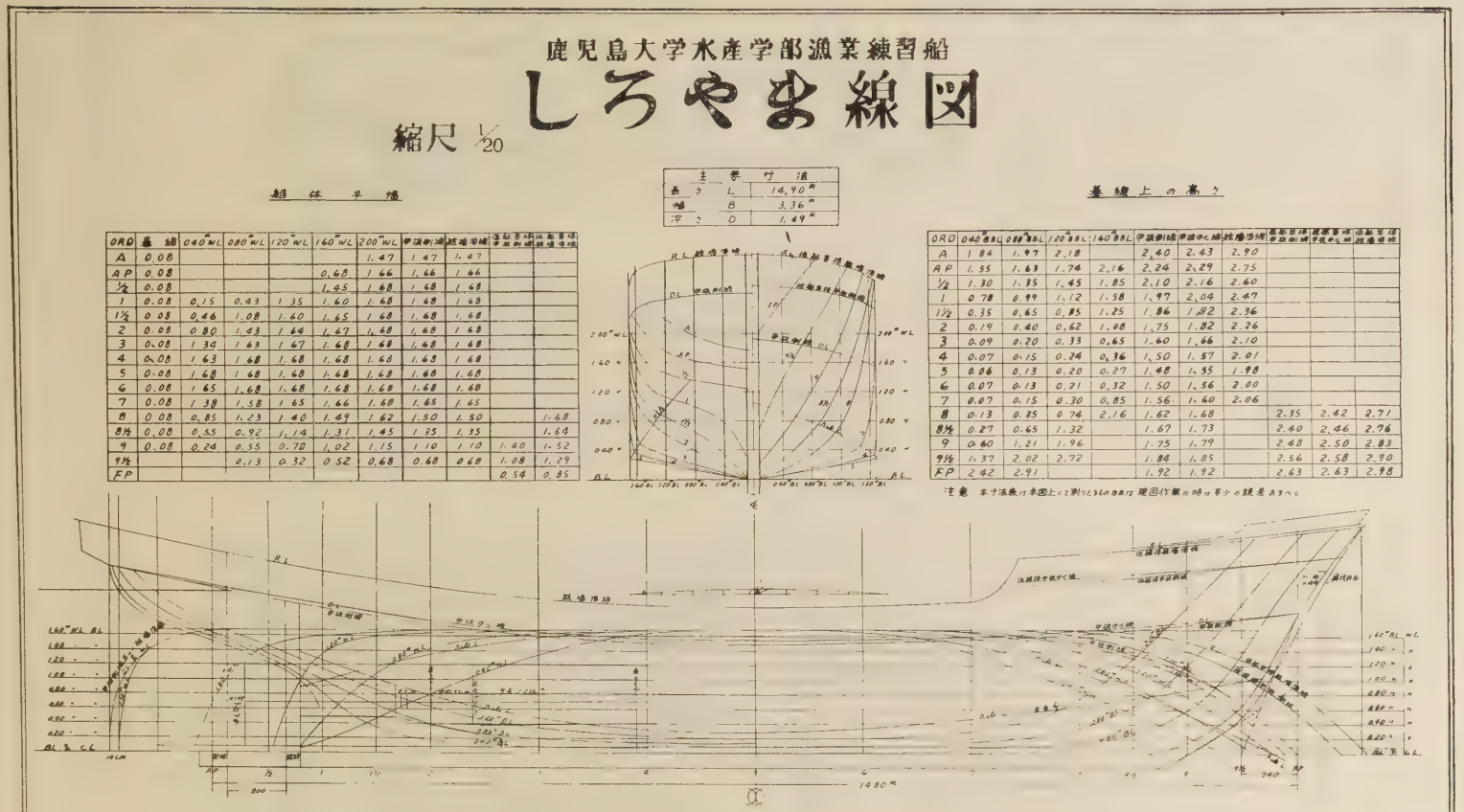
はしがき

鹿児島水産専門学校以来，永いこと学生の漁業実習船として親しまれてきた隼人丸が既に齢尽き廃船となつてから玆に丸1年，関係当局の深い御理解と，特に前学部長山本清内氏の献身的な御努力に依つて新船「しろやま」の誕生を見ることが出来，本学の教育，研究推進面に多大の便宜が計れるようになつた．本船は鹿児島大学水産学部漁業学科内実習船建造委員会に於て，漁業科学生をして鹿児島近海に於て，アジ，サバ釣漁業，同棒受網漁業，近海マグロ延縄漁業及びイワシ流網漁業実習並びに海洋調査研究等に従事せしめるべく計画せられ，基本設計は漁船協会15米型を基準船に選び，当方にて線図 Fig. 1，一般配置図 Fig. 2，中央横断面図 Fig. 3，舵金物図 Fig. 4，排水量等諸曲線 Fig. 5 を作成，経費約485万円（船体270万円，機関215万円）で入札の結果，船体，機関別に夫々鹿児島造船所，及び鹿児島ヤンマー株式会社に落札，次の工程に依つて竣工した．

起工 32. 9. 16，進水 32. 12. 5，竣工 32. 12. 25 乗員は船長以下5名の船員と指導教官1名，学生7名計13名を定員とし，鹿児島県鹿児島港を中心として行動する予定である．以下本船の概要を記述する．

主要項目

全長	17.33 m	主機関の種類	減速歯車附きヤンマーディーゼル単動4サイクル
長さ（木船構造規程による）	14.90 m	定格軸馬力数	60 H.P.
幅（〃〃）	3.36 m	定格回転数（毎分）	850
深さ（〃〃）	1.49 m	速力（試運転時最高）	7.60 Knots
漁船登録番号	KG 2-2657	魚艙容積	10.2 m^3
総トン数	18.46 t	燃料油槽容積	3 t
純トン数	6.65 t	清水槽容積	2 t
上甲板下積量	41.027 m^3		



ORD	基線	040"WL	080"WL	120"WL	160"WL	200"WL	甲板側線	船端甲線	船底甲線	船底中心線
A	0.08					1.47	1.47	1.47		
AP	0.08				0.68	1.66	1.66	1.66		
½	0.08				1.25	1.68	1.68	1.68		
1	0.08	0.15	0.43	1.35	1.60	1.68	1.68	1.68		
1½	0.08	0.46	1.08	1.60	1.65	1.68	1.68	1.68		
2	0.08	0.80	1.43	1.64	1.67	1.68	1.68	1.68		
3	0.08	1.34	1.63	1.67	1.68	1.68	1.68	1.68		
4	0.08	1.63	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68		
5	0.08	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68		
6	0.08	1.65	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68		
7	0.08	1.38	1.58	1.65	1.66	1.68	1.65	1.65		
8	0.08	0.85	1.23	1.40	1.49	1.62	1.50	1.50		1.68
8½	0.08	0.55	0.92	1.14	1.31	1.45	1.35	1.35		1.64
9	0.08	0.24	0.55	0.78	1.02	1.15	1.10	1.10	1.40	1.52
9½			0.13	0.32	0.52	0.68	0.68	0.68	1.08	1.29
FP									0.54	0.85

ORD	040"基線	080"基線	120"基線	160"基線	甲板側線	甲板中心線	船底落込	基線甲板端甲板側線	基線甲板端甲板中心線	船底落込位置船端甲線
A	1.84	1.97	2.18		2.40	2.43	2.90			
AP	1.55	1.68	1.74	2.16	2.24	2.29	2.75			
½	1.30	1.35	1.45	1.85	2.10	2.16	2.60			
1	0.78	0.99	1.12	1.38	1.97	2.04	2.47			
1½	0.35	0.65	0.85	1.25	1.86	1.92	2.36			
2	0.19	0.40	0.62	1.08	1.75	1.82	2.26			
3	0.09	0.20	0.33	0.65	1.60	1.66	2.10			
4	0.07	0.15	0.24	0.36	1.50	1.57	2.01			
5	0.06	0.13	0.20	0.27	1.48	1.55	1.98			
6	0.07	0.13	0.21	0.32	1.50	1.56	2.00			
7	0.07	0.15	0.30	0.85	1.56	1.60	2.06			
8	0.13	0.35	0.74	2.16	1.62	1.68		2.35	2.42	2.71
8½	0.27	0.65	1.32		1.67	1.73		2.40	2.46	2.76
9	0.60	1.21	1.96		1.75	1.79		2.48	2.50	2.83
9½	1.37	2.02	2.72		1.84	1.85		2.56	2.58	2.90
FP	2.42	2.91			1.92	1.92		2.63	2.63	2.98

Fig. 1. Lines.

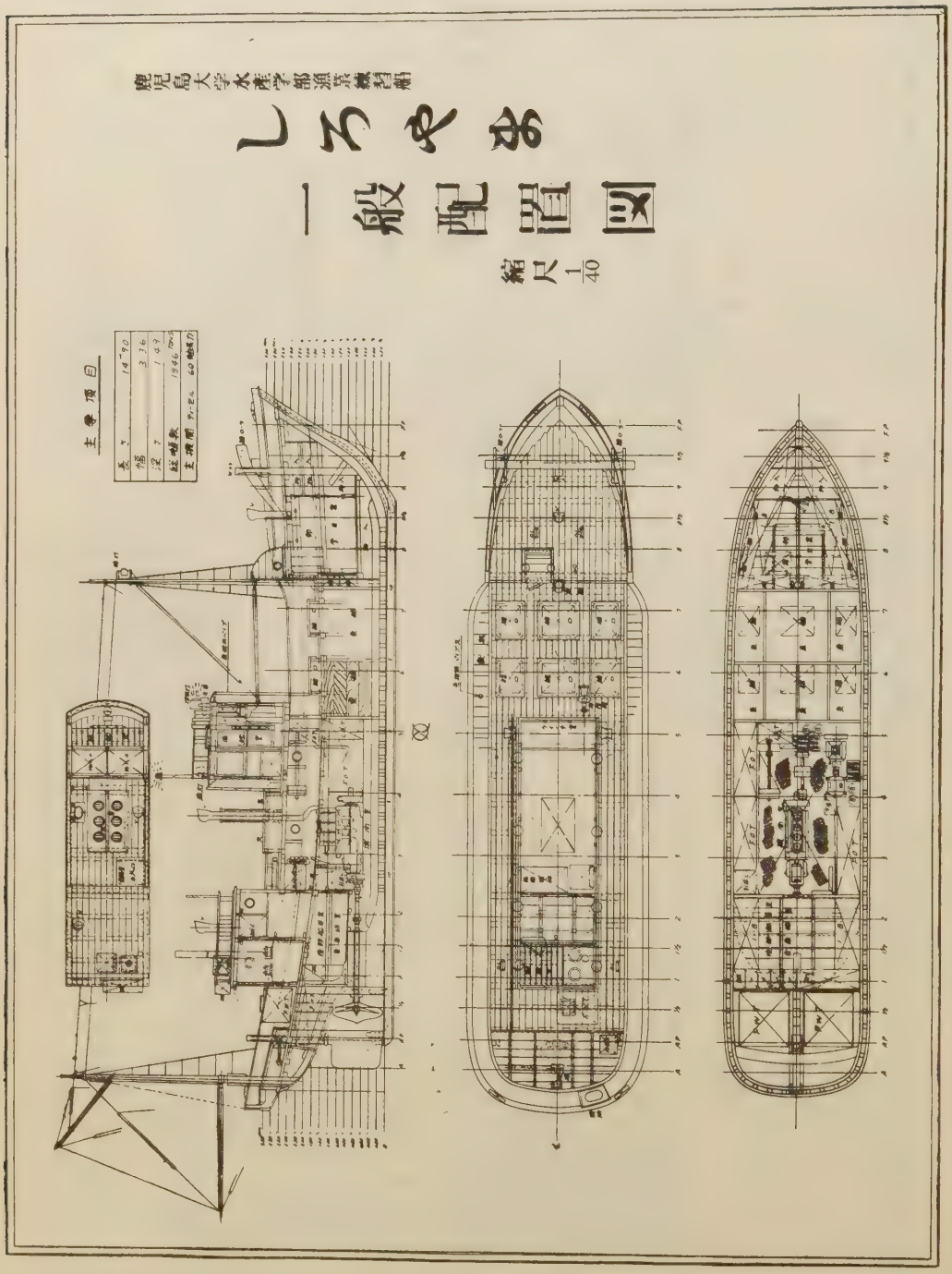


Fig. 2. General Arrangement.

鹿児島大学水産学部漁業練習船

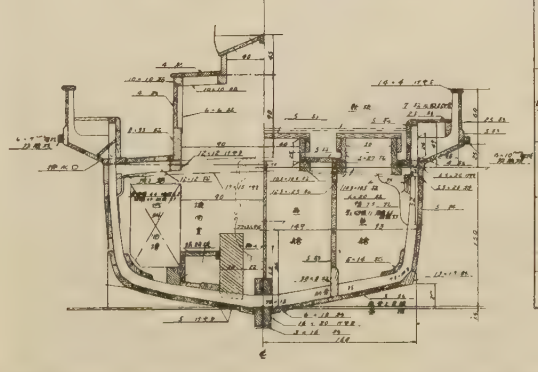
しろやま

中央横截面図

縮尺 1/20

主要寸法

長さ	L	14.90
幅	B	3.36
深さ	D	1.49
L/B		4.43
L/D		10.00
B/D		2.25
ｾﾝ一数		3.17
ｾﾝ二数		74.59
総噸数		18.46
主機関（4サイクルディーゼル）		60馬力



材料寸法

龍骨	けやき	160	×	200	
内竜骨	まつ	180	×	180	
竜骨敷板	すき	30	×	160	
船首材	けやき	60	×	210	
船尾材	けやき	160	×	180	
舵柱	けやき	160	×	180	
竜骨貫板	すき	60	×	180	
外板	すき	50			
舷側厚板	すき	35	×	200	
船時最前梁底板	けやき	65	×	240	
梁受板	まつ	60	×	200	
側内厚板	まつ	60	×	200	
内部強固部舷通材	まつ	50 × 140 × 3幅			
外部強固部舷墓材	すき	130	×	130	
木甲板	ひのき	50			
船首尾肘材	まつ	咽喉針部 100×160	腕端部 100×80	腕長 680	
首胴材	けやき				
船首尾刀材	けやき				
梁 梁矢 70	普通甲板梁	まつ	120 × 120		
	機関室口横梁	けやき	130 × 130		
	〃 縦梁	けやき	120 × 120		
	〃 半梁	まつ	120 × 120		
	船口 横梁	まつ	125 × 125		
	〃 縦梁	まつ	105 × 105		
	〃 半梁	まつ	105 × 105		
	揚孔 横梁	まつ	125 × 125		
整理肘材	竜腕長 350	側腕長 520			
	幅 厚	咽喉肩部	咽喉肘部	竜腕端部	側腕端部
	まつ 75	110	65	75	
	鋼 50	44	20	9	12
端梁曲材	腕量 430				
	幅 厚				
	まつ 55	80			
肋骨	肋骨心距 350	竜骨肋骨（機関室内は竜骨肋骨上肘材）			
	肋縦材	竜骨肘材	頂材		
	まつ 75×130	75×105	75×75		
船尾腕貫材	けやき	95 × 150 ～ 100			
舵	舵心材	けやき	径 160		
	舵 材	まつ			

Fig. 3. Midship Section.

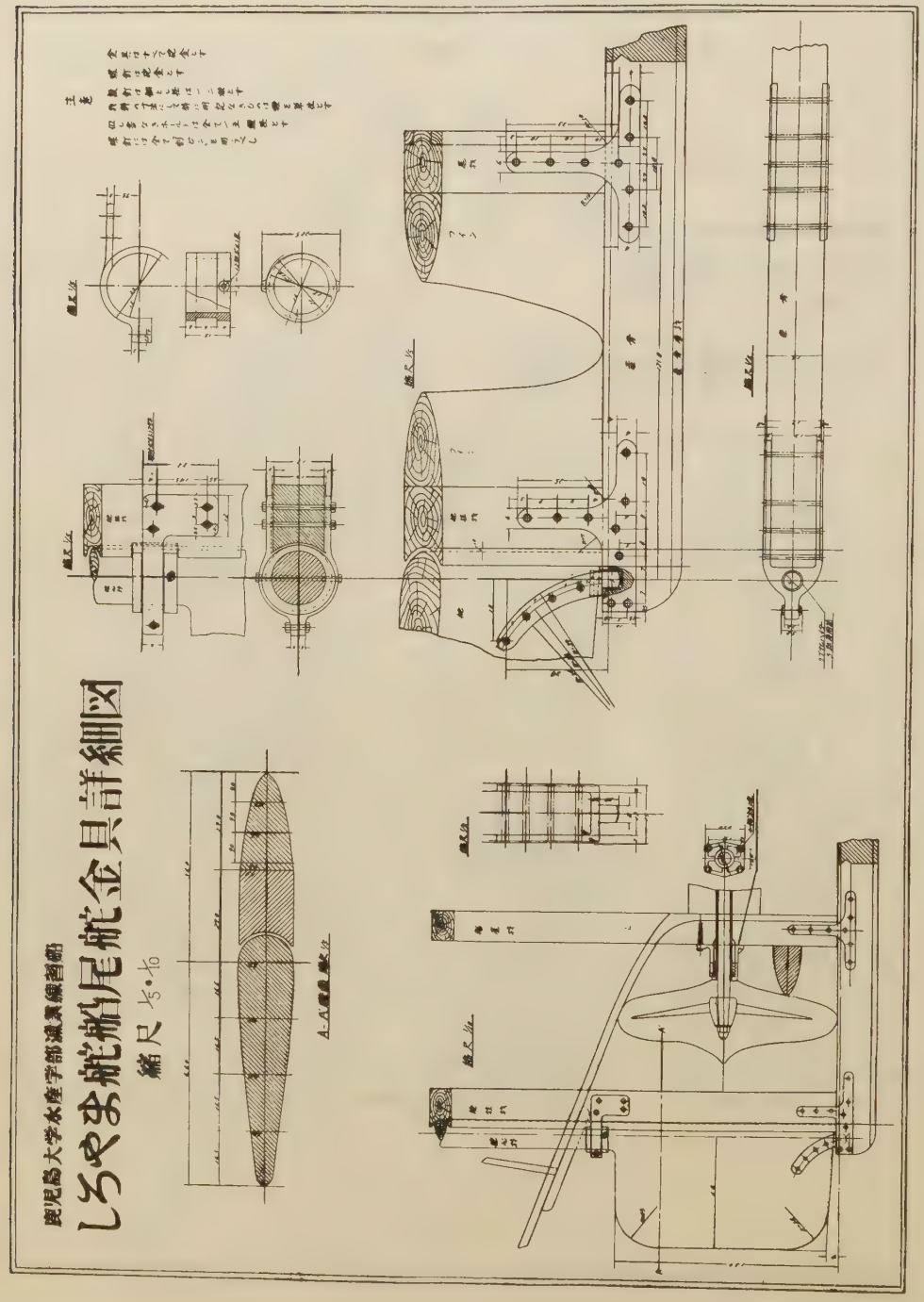


Fig. 4. Rudder and Stern frame.

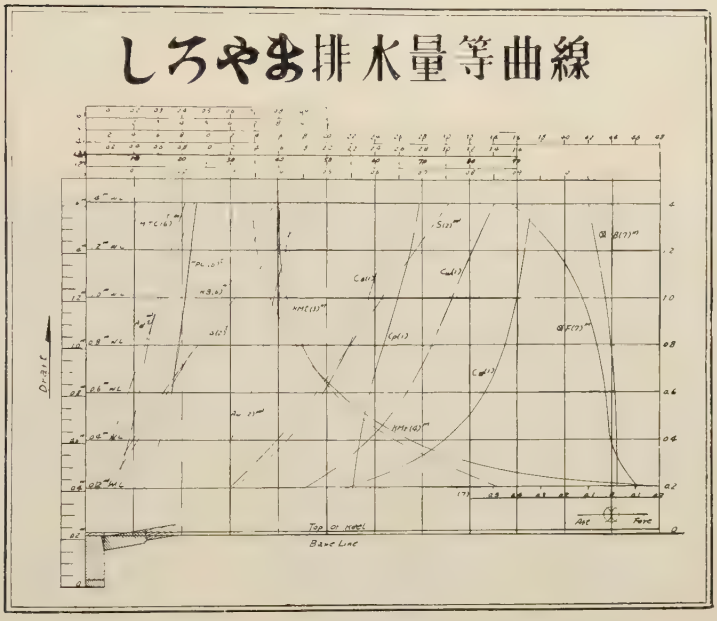


Fig. 5. Hydrostatic Curves.

一般計画及び配置

本船は一般配置図の通り船型はサバはね釣の船型を選び，低船首楼を有する一層甲板船であつて，鹿児島近海に於てアジ，サバ釣漁業は勿論のこと，棒受網漁業，近海マグロ延縄漁業及びイワシ流網漁業にも適するように配置し，学生の漁業実習並びに海洋調査研究に適合するよう充分凌波性と復原性を考慮，前後のシヤーも大きくして出来る限り大なる乾舷を保有するように計画した．又大島航海を予想したため従来の隼人丸に比し燃料，清水ともかなり余裕をとつた．

船首より順次に船首艙庫，学生室，魚艙（6区劃），機関室，船員室並びに無線室，清水艙（2区劃）を配置し，燃油槽は機関室内主機関の両側に配列してある．上甲板上の甲板室は前部より操舵室兼船長室，機関室口，上部船員室，賄室を区劃してある．構造及び設備に就ては船舶安全法，木船構造規程，漁船特殊規程並びに漁船検査規則に適合するよう設計した．即ち船殻を構造する用材については充分乾燥した木材を使用し，特に縦強力を保持すべき主要材には欅材を用い横強力に対応する肋骨及び梁には特選した松材及び欅材を使つた．上記の外，外板には赤味杉を，木甲板には檜を使用し，各材の固着と接手の固めには最善の努力をなした．尚最近の漁船機関のヂーゼル化の傾向に鑑み，この種小型漁船で通常用いられる焼玉を止め，舶用中速ヂーゼルエンヂンを採用，学生教育に資することにしたが，そのため特に主機関台は欅で作り，機関台内側へ同長の山形材を使用，敲釘にて肋骨と緊着，其の前後及び中間に堅材の横木を，外側に根曲材を取付けて機関の振動に耐える補強工事を行なつた．更に外板にボテ，甲板にしつぴを使用して水密となした．操舵方式は鎖錠式の代りに歯車スピンドル式とし，ブーム操作並びに揚錨用として主機駆動

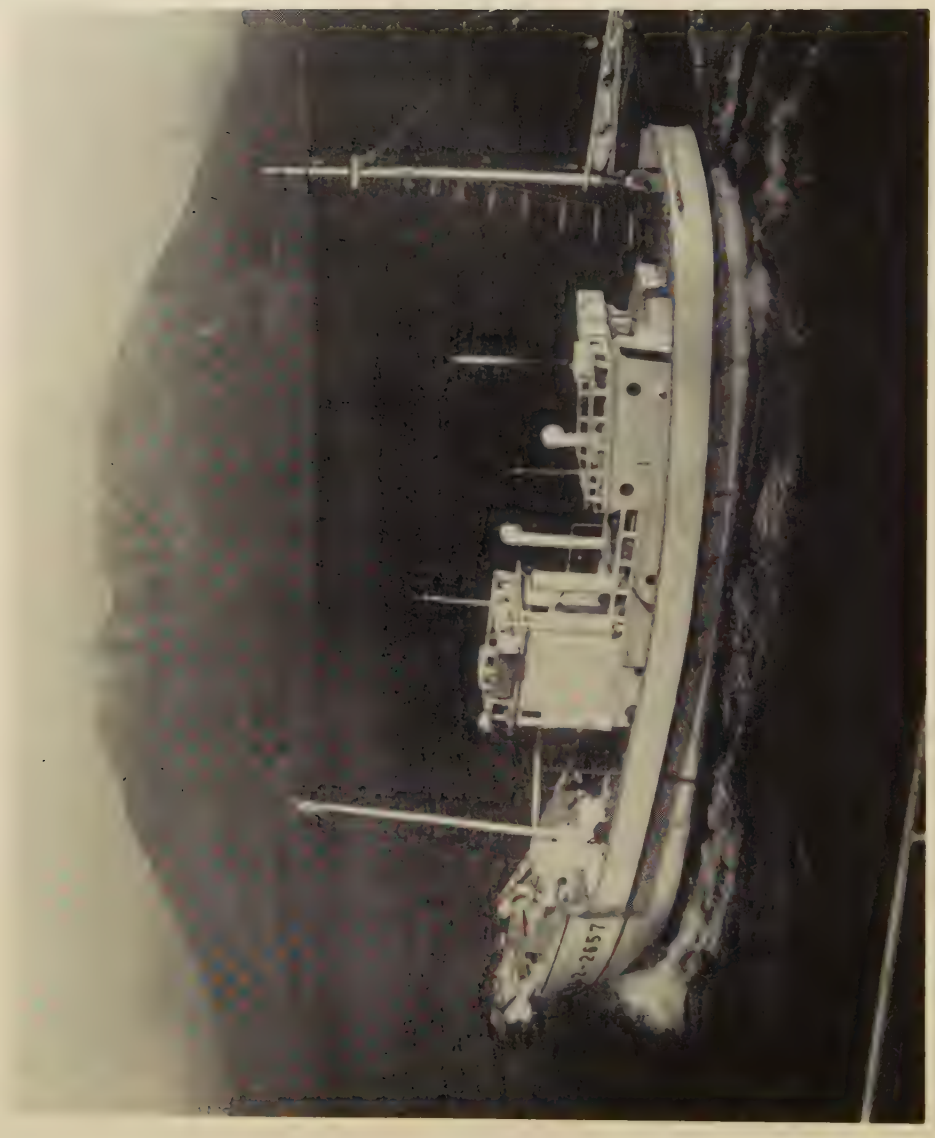


Plate "Shiroyama"

のサイドローラーを設け，何れも軽快なる操作が出来るようにした．又飼料用肉摺機は機関室囲壁右舷前部に設け，中間軸とベルト掛により駆動し得るようにした．魚艙は6区劃とし漁獲物を水氷漬出来るように完全な水密工事を施した．

漁　撈　設　備

(1) アジ，サバ釣漁業設備

肉摺機（6吋）	1基
集魚灯（100W）	16灯
スパンカーセール	2枚

(2) 近海マグロ延縄漁業設備（未完）

ラインホーラー（泉井式中型）	1基

(3) 棒受網漁業（未完）

棒受用ウインチ	1基
揚網用ダビット	6箇
集魚灯	16灯

(4) その他

a. 魚群探知機		
浅海用古野式	S-208 T型	1基
b. 探照灯	24V 1KW	1個

主機関と補助機関

(1) 主機と推進器

○主機関　ヤンマー 4LD-G型　減速装置附　1基
気筒数×筒径(mm)×行程(mm)　4×140×200
定格軸馬力数 60,　定格回転数（毎分）　850

○推進器　3翼1体，エーロフオイル型
直径(mm)×ピッチ(mm)　1040×635
ピッチ比 0.611,　材質マンガン青銅

(2) 補機と発電機

○補助機関　ヤンマー ILE型　1基
気筒数×筒径(mm)×行程(mm)　1×120×170
定格軸馬力数 11,　定格回転数（毎分）　1000

○発電機　東京電機 HS·ZB　1台
直流　35V×86A×3KW
定格回転数（毎分）1000,　補機直結

(3) ポンプ

ドンキーポンプ（50 mm 甲板洗滌，撒水用）	1基
打込ポンプ（$1\frac{1}{2}$吋 ビルヂ排水用）	1基
ウイングポンプ（30 mm 重油移送用）	1基
〃　（〃　清水〃）	1基

無　線　装　置

(1) 送信機関係

出　力　10W
電波型式及周波数

(2) 受信機関係

F範囲　1.5KC～12MC
種　別　スーパー

2182KC 2282.5KC
A_3 2575KC 2785KC
1.3MC～4.5MC

真空管

807×3, 12AV6, 12AQ×3
12AU7

水晶型式及び逓倍方法

電源

船内発電機 34V 3 KW

製作所　明昭堂

真空管

12BA6×3, 12AU7
12BE 6×2, 12AQ5
12AV6

電　源

インバーター　A.C. 200V
D.C. 12V

傾斜試験成績

昭和 33 年 1 月 20 日，水産学部前水深 8.30 m の地点にて傾斜試験を行なつた．其の結果は次の通りである．

項　目		空荷状態	満載出港状態	満載帰港状態
吃水	前部 (m)	0.679	0.821	0.792
	後部 (m)	1.627	1.891	1.712
	平均 (m)	1.153	1.356	1.252
トリム (m)		0.948	1.070	0.920
排水量 (t)		28.686	37.349	32.802
中央横断面積 (m^2)		2.9	3.6	3.2
C_m		0.890	0.910	0.900
C_b		0.573	0.606	0.590
C_p		0.636	0.665	0.653
C_w		0.745	0.790	0.767
吃水1cm浮沈に要するトン数(t)		0.400	0.425	0.415
縦の重心位置(中央より後) (m)		0.962	1.025	0.905
縦の浮心位置(中央より後) (m)		0.020	0.052	0.035
KM (m)		1.680	1.610	1.640
KB (m)		0.530	0.635	0.580
KG (m)		1.318	1.332	1.338
GM (m)		0.362	0.278	0.302
KG/D		0.885	0.894	0.898
乾舷の高さ (m)		0.632	0.429	0.533

海上試運転成績

昭和 33 年 1 月 20 日，鹿児島港沖小島沖（水深 35 m）に於いて速力試験並びに旋回力試験を行なつた．当日は晴天，風力 1.9 m/sec., 風向 NE, 海上は比較的静穏であつた．その成績は次の通りである．

(1) 速力試験成績

荷重	主機回転数 / 推進器回転数	速力(kt)	推進器速力(kt)	失脚率 (%)	$V/\sqrt{L}$	S.H.P.
1/4	535/275	5.05	5.66	10.8	1.31	17.5
1/2	674/345	6.22	7.10	12.4	1.61	30.0
3/4	772/395	6.75	8.13	17.0	1.75	44.5
4/4	850/435	7.29	8.95	18.5	1.89	60.0
11/10	878/449	7.60	9.24	17.7	1.97	66.0

但し

吃水	前部 (m)	0.58
	後部 (m)	1.80
	平均 (m)	1.19
トリム (m)		1.22
排水量 (t)		31.44
推進器深度 (m)		0.84

(2) 旋回力試験成績（定格出力全力時に行なつた）

回頭舷	右	左
実際舵角（度）	35	35
転舵所要時間（秒）	12.9（8回転）	12.8（8回転）
最大縦距（DA）（m）	51	47
〃 横距（DT）（m）	47	38
DA/L_{pp}	3.42	3.15
DT/L_{pp}	3.15	2.55
船体最大傾斜角（度）	5.5（p）	13.5（s）
180° 回頭所要時間（分秒）	32.1	29.2
360° 〃（分秒）	62.3	54.3
旋回前の速力（節）	7.29	7.29
旋回中の速力（節）	5.40	5.33

(3) 後進発停試験成績

全力前進中，後進発令にて船体停止迄20秒.

追　記

予算の関係で漁撈設備の中，(2)，(3)は第二次工事で完成することとなつた.

（文責　奈良迫嘉一）

昭和34年 2月17日 印 刷
昭和34年 2月20日 発 行

編集兼
発行者　鹿児島大学水産学部
鹿児島市下荒田町 470

福岡市渡辺通り四丁目
印刷者　間　藤　次　郎

印刷所　秀巧社印刷株式会社

CONTENTS

1. Studies on the Life Histories of the Flying-fishes found in the Adjacent Waters of Japan—I ..... Sadahiko IMAI ... 1
2. Correlation between the Movement and Appearance of Fish School ... Toshiro KUROKI 87
3. Fundamental Studies on the Relations between Under-water Sound and Fish Behaviour (III)
——About the Echoless-wall of Aquarium—— ..... Toshiro KUROKI ... 102
4. Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (VI)
——Model Experiment on Yellow-tail Bottom Fixed Net—— ... Masazi KANAMORI ... 106
5. Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (VII)
——Model Experiment to fix the Relation between the Toil-stream and Resistance——
..... Masazi KANAMORI ... 113
6. On the Fluctuation of Mackerel-long-line Catch under the Influence of the Solar-eclipse ..... Toyotaka TANOUE ... 116
7. The Effect of the Solar Eclipse on Radio Communication ..... Kenzo TAKAHASHI ... 124
8. On the Influence of the Annular Eclipse upon the Magnetic Compass, Loran and Radar Equipped on Board of the Ship ..... Tomoyuki GENKA ... 128
9. A Note on the Hot Springs near the Sea Coast in Kagoshima Prefecture
..... Tadao TAKAHASHI ... 133
10. Hydrographical Researches in the Western Equatorial Pacific ..... Tadao TAKAHASHI ... 141
11. A Note on the Pattern of the Sounding Wire in Some Hydrographic Casts
..... Masaaki CHAEN ... 148
12. On the Fishing Condition of Tuna and Marlin at the Sea Fronts off the Mangoli and Taliabu Islands–1 ..... Soichi UEDA and Tatsuo TAMARI ... 154
13. On the Constitutional State of Fishing Ground over the Waters near the Gotō Rettō ..... Tomokazu MORITA ... 161
14. On the Tucked-strand's Slipping-off in Various Forms of Splices for Joining the Rope–I
——On Relation between the Strains for the Slipping-off and the Breaking Stress of the Original Rope—— ..... Soichi UEDA ... 168
15. On the Efficiency of the Blom's Mechanical Method in Obtaining the Cross-Curve ..... Yoshikazu NARASAKO ... 173
16. Studies on "Katsuo-shiokara"–I
——On the Proteolytic Enzyme in the Pyloric Coeca of Skipjack——
..... Zentaro OOSHIRO and Shigeto DEGUCHI ... 181
17. Studies on the Metabolism of Algae–I
——The Effects of Amino Acids and Vitamins on the Growth of *Porphyra tenera*——
..... Akio KANAZAWA and Ken'ichi KASHIWADA ... 187
18. Biochemical Studies on the Fish Blood—XIV
——On the Mean Corpuscular Constant and Shape of Red Corpuscule ——
..... Kaname SAITO ... 192
19. The Data for the Cooperative Survey of Lake Ikeda (1) 199
20. The Wooden Fishery-training-ship "Shiroyama" of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University ..... The Committee of the "Shiroyama" Construction Project Administration (Yoshikazu NARASAKO) 206